

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

І. Б. МАРЦІНКОВСЬКИЙ

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
У ЛІКАРСЬКОМУ КОНТРОЛІ
СПОРТСМЕНІВ І ФІЗКУЛЬТУРНИКІВ**

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Миколаїв ♦ НУК ♦ 2014

УДК 616-072:796.015(075.8)
ББК 75.0я73
М 29

Автор І. Б. Марцінковський, лікар-кардіолог, кандидат медичних наук, доцент Гуманітарного інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, голова правління Миколаївського обласного об'єднання Всеукраїнського товариства "Просвіта" ім. Тараса Шевченка

Рецензенти: І. М. Рожков, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри Теорії і методики фізичного виховання та здоров'я людини Миколаївського Національного університету ім. В.О. Сухомлинського;

В. О. Зюзін, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри здоров'я людини та фізичної реабілітації Чорноморського державного університету ім. Петра Могили

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-14134 від 18.09.2013 р.)*

Марцінковський І. Б.

М 29 **Методи дослідження у лікарському контролі спортсменів і фізкультурників : навчальний посібник / І. Б. Марцінковський. – Миколаїв : НУК, 2014. – 354 с.: іл.**

ISBN 978–966–321–302–6

Навчальний посібник написаний на основі узагальнених даних сучасної науки і передового практичного досвіду в галузі спортивної медицини. До нього включені методи дослідження і діагностики, базовані на досягненнях спортивної антропології та клінічного спостереження. Окремий розділ посібника присвячений особливостям лікарського контролю за юними спортсменами, жінками-спортсменками, особами старшого віку, які займаються оздоровчою формою фізичної культури.

Книга допоможе викладачам у проведенні практичних занять і студентам у самостійній роботі, а також буде корисною практичним лікарям зі спортивної медицини й фізичної реабілітації.

Для студентів вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації та фахівців у галузі фізичного виховання, спорту і фізичної реабілітації.

**УДК 616-072:796.015(075.8)
ББК 75.0я73**

На обкладинці – "Вітрувіанська людина" – знаменитий малюнок Леонардо да Вінчі приблизно 1490 р., вміщений в одному з його журналів.

© Марцінковський І. Б., 2014

© Національний університет кораблебудування

ISBN 978–966–321–302–6 імені адмірала Макарова, 2014

ЗМІСТ

<i>ВСТУП</i>	6
<i>РОЗДІЛ 1.</i> Зміст і методи лікарського обстеження	10
<i>РОЗДІЛ 2.</i> Дослідження й оцінка рівня фізичного розвитку. Особливості будови тіла і стану опорно-рухового апарата	35
<i>РОЗДІЛ 3.</i> Антропометрія	54
3.1. Антропометричні інструменти	57
3.2. Антропометричні положення тіла і точки	71
3.3. Визначення повздовжніх розмірів тіла	75
3.4. Визначення поперечних розмірів тіла (діаметрів) ...	80
3.5. Визначення окружних розмірів тіла	84
3.6. Визначення товщини шкірно-жирових складок	89
3.7. Визначення маси тіла	92
<i>РОЗДІЛ 4.</i> Дослідження методами стандартів, антропометричних профілів, кореляції, індексів, перцентилів	95
4.1. Метод антропометричних стандартів	95
4.2. Метод антропометричних профілів	96
4.3. Метод кореляції	98
4.4. Метод індексів	99
4.4.1. Масо-ростові індекси	99
4.4.2. Життєвий індекс	119
4.4.3. Індекси пропорційності розвитку	120
4.4.4. Силові індекси	121
4.5. Перцентильний метод	122



<i>РОЗДІЛ 5. Дослідження морфо-функціонального стану опорно-рухового апарата</i>	123
5.1. Дослідження кісток	123
5.2. Дослідження м'язів	130
5.3. Дослідження суглобів	142
5.4. Дослідження хребта інструментальними методами	165
5.4.1. Визначення гнучкості хребта	168
5.4.2. Променеві методи дослідження хребта	174
5.5. Інструментальні методи дослідження стопи	181
<i>РОЗДІЛ 6. Дослідження функціонального стану серцево-судинної системи</i>	195
6.1. Дослідження артеріального пульсу	197
6.2. Вимірювання артеріального тиску	201
6.3. Дослідження біоелектричної діяльності серця	212
6.4. Методи дослідження механічної діяльності серця	219
6.5. Дослідження судинного русла	221
6.6. Функціональні проби (навантажувальне тестування)	222
6.6.1. Визначення фізичної працездатності	241
6.6.2. Велоергометрія	242
6.6.3. Тредміл-тест	244
6.6.4. Визначення максимального споживання кисню	253
<i>РОЗДІЛ 7. Дослідження функціонального стану системи органів дихання</i>	260
7.1. Клінічні і параклінічні методи обстеження	260
7.2. Спірометрія	262
7.3. Дослідження тренованості на нестачу кисню	268
7.4. Визначення якісного і кількісного складу вдихуваного і видихуваного повітря	268
7.5. Визначення чутливості бронхів до інгаляції ацетилхоліну	270
<i>РОЗДІЛ 8. Дослідження функцій травної, ендокринної та сечовидільної систем</i>	272
8.1. Дослідження органів травлення	272
8.2. Дослідження ендокринної системи	277
8.3. Дослідження сечовидільної системи	281
<i>РОЗДІЛ 9. Дослідження й оцінка центральної та периферичної нервової системи</i>	284
9.1. Дослідження вегетативної нервової системи	293



<i>РОЗДІЛ 10.</i> Дослідження функції системи крові, сечі, слини, біопсія м'язів та оцінка фізичної працездатності	298
10.1. Дослідження крові	298
10.2. Дослідження сечі	308
10.3. Дослідження слини	309
10.4. Біопсія м'язів	310
<i>РОЗДІЛ 11.</i> Лікарський контроль за особами різного віку і статі, які займаються оздоровчою фізичною культурою та спортом	313
11.1. Особливості лікарського контролю за юними спортсменами	313
11.2. Особливості лікарського контролю за особами середнього і старшого віку, які займаються фізичною культурою і спортом	322
11.3. Особливості лікарського контролю за жінками, які займаються фізичною культурою і спортом	327
11.4. Статевий контроль спортсменок	333
<i>РОЗДІЛ 12.</i> Антидопінговий контроль	337
<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</i>	341
<i>ДОДАТКИ</i>	345
<i>Додаток 1.</i> Номограма для визначення поверхні тіла за ростом і масою тіла (за Д. Буа, Бутбі, Сандифорду)	346
<i>Додаток 2.</i> Номограма Астранг-Рімінга (Astrang-Ryhming) для визначення максимального споживання кисню на підставі степ-тесту і тесту на велоергометрі	347
<i>Додаток 3.</i> Карта антропометричного обстеження	348
<i>Додаток 4.</i> Карта гоніометричного обстеження	350
<i>Додаток 5.</i> Карта динамометричного обстеження	352



ВСТУП

Методи дослідження у лікарському контролі – це прикладний розділ спортивної медицини як системи наукових знань, що вивчає фізичний розвиток, морфо-фізіологічні особливості й функціональні можливості людини та їх зміни у зв'язку із заняттям фізичною культурою і спортом.

Навчальна дисципліна "Методи дослідження у лікарському контролі" є базовою для підготовки фахівців за спеціальностями "Олімпійський і професійний спорт", "Фізична реабілітація" і "Фізичне виховання".

Мета дисципліни – ознайомити студентів із сучасними теоретичними уявленнями і практичними досягненнями у галузі медичного контролю фізкультурників і спортсменів для збереження та зміцнення здоров'я, попередження виникнення хвороб в умовах занять фізичними вправами.

У навчальному курсі особлива увага приділяється фізичним, інструментальним і лабораторним методам обстеження спортсменів. Основними формами оволодіння знаннями, вміннями і навичками у навчальній дисципліні "Методи дослідження у лікарському контролі" є лекції, практичні заняття, а також самостійна робота.

Для осіб, які планують і займаються фізичною культурою і спортом, завжди є нагальною потреба не тільки оцінити здо-



ров'я як таке, але й визначити функціональний стан організму. Без цього не можна встановити раціональний руховий режим для здорової людини, ступінь ефективності тренувань і своєчасно внести відповідну корекцію. Вирішення цих питань можливе завдяки лікарському контролю за фізкультурниками і спортсменами. Для об'єктивізації здоров'я велике значення має правильне оцінювання фізичного розвитку особи. Під *фізичним розвитком* людини розуміють комплекс морфо-функціональних особливостей організму, який визначає його фізичну діяльність. За показниками фізичного розвитку вирішуються питання спортивної орієнтації, регламентації інтенсивності, характеру й обсягу фізичних навантажень. Без урахування фізичного розвитку неможливо також індивідуалізувати навчально-тренувальний педагогічний процес, проводити правильне виховання сім'ї, адекватно здійснювати фізичну реабілітацію хворих у комплексі лікувально-профілактичних заходів.

На фізичний розвиток людини впливають спадковість, умови праці й побуту, харчування, фізична активність, заняття спортом, навколишнє середовище, соціально-економічні фактори.

Відомо, що здоров'я визначається не тільки відсутністю чи наявністю хвороб, але й гармонійним розвитком, нормальним рівнем основних фізичних показників. Одним з основних напрямків у роботі зі зміцнення здоров'я засобами фізкультури є лікарське спостереження за впливом фізичної культури і спорту на фізичний стан людини. Саме тому дослідження проводять не тільки у стані спокою, але й із застосуванням фізичних навантажень, що дозволяє встановити готовність організму використовувати функціональні резерви в умовах підвищених вимог. Такий підхід сприяє ранньому виявленню порушень функцій і механізмів адаптації,



ступеня адекватності фізичних навантажень стану здоров'я, прихованих ознак хвороби людини.

Функціональні дослідження базовані на зіставленні фізіологічних показників організму в умовах м'язового спокою, дозованих і максимальних навантажень, а також у відновлювальний період.

Згідно з програмою, розробленою Міжнародним комітетом зі стандартизації тестів фізичної готовності, визначення працездатності повинно проходити в чотирьох напрямках:

- 1) медичний огляд;
- 2) визначення фізіологічних реакцій різних систем організму на фізичну активність;
- 3) визначення будови тіла і його складу в кореляції з фізичною працездатністю;
- 4) визначення здатності до виконання фізичних навантажень і рухів у комплексі вправ, здійснення яких залежить від різних систем організму.

Методи дослідження анатомо-функціональних адаптаційних змін організму людини інтенсивно розвиваються. Вони базуються не тільки на традиційних класичних антропометричних і медико-біохімічних дослідженнях, а й на сучасних досягненнях інших наук – молекулярної біології, електроніки, генетики тощо, арсенал яких нині досить великий. Усі вони спрямовані на об'єктивізацію як окремих функцій, так і організму в цілому. Підбір методів зумовлений завданнями і контингентом обстежуваних, їх рівнем підготовленості, а також видом рухової активності. У цьому вирішальним є визначення потреби оцінки стану тих функціональних ланок організму, які забезпечують спеціальну працездатність при певному виді м'язової діяльності. Так, наприклад, для видів спорту, пов'язаних із переважанням витривалості, оцінюють стан кардіо-респіраторної системи, показники аеробної й анаероб-



ної продуктивності організму; для швидкісно-силових видів спорту – нервово-м'язову і центральну нервову системи, опорно-руховий апарат. Для визначення рухового режиму фізкультурників важливе виявлення функціональної повноцінності серцево-судинної й нервово-м'язової систем, а також функціональний стан ланок, постраждалих унаслідок захворювання.

Система діагностики у лікарському контролі складається з двох частин: опитування (анамнез) та об'єктивного обстеження (фізичне, інструментальне, лабораторне), що в комплексному використанні дозволяють максимально об'єктивізувати стан організму людини.

Кожний огляд лікаря розпочинається з анамнезу (розпитування). Ця важлива частина комплексного обстеження з правильно зібраним анамнезом допомагає правильно інтерпретувати дані об'єктивного обстеження і скласти висновок про стан здоров'я чи характер і локалізацію патологічного процесу.

Незважаючи на розширення за останні роки інструментально-функціональних методів обстеження, основними й найпростішими методами дослідження фізичного розвитку людини залишаються зовнішній огляд (соматоскопія) і вимірювання – антропометрія (соматометрія).



Розділ 1. ЗМІСТ І МЕТОДИ ЛІКАРСЬКОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Лікарське спостереження осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, складається з первинних, повторних і додаткових лікарських обстежень. У нашій країні медичне забезпечення осіб, які організовано займаються фізичною культурою і спортом, здійснюють спеціалізовані лікарсько-фізкультурна служба (кабінети і диспансери) та загальна мережа лікувально-профілактичних закладів охорони здоров'я за територіальним і відомчим принципом.

Кабінет лікарського контролю – найнижча ланка лікарсько-фізкультурної служби, що функціонує при поліклініках, навчальних закладах, спортивних спорудах, у медико-санітарних частинах підприємств та ін.

Лікарсько-фізкультурний диспансер – вища форма в організації медичного забезпечення осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, яка передбачає постійне активне спостереження, раннє виявлення відхилень у стані здоров'я та їх профілактику, контроль динаміки працездатності у процесі тренувань, сприяння досягненням високих спортивних результатів. Диспансери здійснюють також науково-методичне керівництво кабінетами лікарського контролю.



Кваліфіковані та юні спортсмени, а також особи старшого віку проходять медичне обстеження не менше двох разів на рік, решта – раз на рік. Особи, які підлягають диспансеризації, не рідше одного разу на рік зобов'язані проходити повне і 3–4 рази на рік – етапне обстеження. Спортсмени збірних команд країни проходять медичне обстеження за спеціальною програмою, що складається з поглиблених, етапних і поточних обстежень, які проводяться у лікарсько-фізкультурних диспансерах і на тренувальних зборах. Спортсмени і фізкультурники, які займаються у спортивних секціях, колективах фізкультури та групах здоров'я, повинні проходити обстеження в кабінетах лікарського контролю, поліклініках за місцем проживання, роботи, навчання. Формою лікарського обстеження є огляд. У процесі лікарського обстеження, окрім лікарів-терапевтів, можуть долучатися, за потреби, лікарі різних спеціальностей.

Первинне лікарське обстеження проводять усім особам, які хочуть розпочати заняття оздоровчою фізичною культурою та спортом. При цьому визначається стан здоров'я, фізичний розвиток і пристосування організму до дозованих фізичних навантажень. Лікар вирішує два основні питання: чи можна певній особі займатися фізичними вправами, а якщо можна, то якими й якої інтенсивності. Дозволяючи займатися спортом, лікар повинен рекомендувати вид спорту, враховуючи, з одного боку, морфологічні й функціональні особливості досліджуваної особи, а з іншого – вимоги того чи іншого виду спорту до організму спортсмена. Якщо при обстеженні виявляються незначні відхилення від норми у стані здоров'я й фізичного розвитку, то до занять фізкультурою і спортом приносять обмеження, рекомендують корекцію стосовно характеру й режиму тренувань.



Повторне лікарське обстеження проводиться згідно з планом, систематично через певний період часу і, по суті, є диспансерним спостереженням. Основним завданням повторних оглядів є визначення фізичного розвитку й функціонального стану людини, вплив занять оздоровчої фізкультури і спорту на стан здоров'я та з'ясування характеру змін функціонального стану організму на тлі занять фізичними вправами.

Обстеження фізкультурників проводять один раз на рік, осіб середнього і похилого віку, які займаються оздоровчою фізичною культурою, – два рази на рік. Спортсмени обстежуються двічі на рік, а спортсмени високих досягнень – не менше ніж 4 рази на рік.

Додаткове лікарське обстеження – це позапланове обстеження, обов'язкове після перенесеної хвороби або тривалого пропуску тренувань, при перевтомі, перетренованості (перенапрузі) та інших функціональних порушеннях. Воно проводиться за рекомендацією тренера, чи за проханням спортсмена, чи з яких-небудь інших причин (у цьому випадку тренер або викладач не має права допустити спортсмена до занять і тренувань без дозволу лікаря). Додатково обстежують також спортсменів, які мають відхилення у стані здоров'я, але були допущені до занять. До додаткового огляду відноситься також лікарський огляд перед змаганнями, оскільки без лікарського висновку спортсмен до змагань не допускається.

За результатами обстеження лікар складає висновок, в якому дає оцінку фізичного розвитку, стану здоров'я, функціонального стану і загальної тренованості спортсмена. Учня визначають медичну групу для занять на уроках фізичного виховання. У висновку лікаря вказуються рекомендації з характеру і режиму тренувань, зазначаються обмеження,



а за необхідності – лікувально-профілактичні заходи і термін повторного лікарського обстеження.

Диспансерний метод спостереження за спортсменами є активною формою лікарського спостереження за особами, які регулярно тренуються і виступають у змаганнях. В основу диспансерного спостереження покладене вивчення фізичного розвитку і стану здоров'я, а також впливу на організм спортивних занять і змагань. Здійснюється таке спостереження у лікарсько-фізкультурних диспансерах.

Основні завдання диспансерного спостереження:

- зміцнення здоров'я і покращення фізичного розвитку спортсменів, тривале збереження їх високої спортивної працездатності;
- попередження і виявлення ранніх ознак порушення стану здоров'я, перевтоми, перетренованості й перенапруження;
- сприяння підвищенню спортивної майстерності і вдосконалення методики тренувань.

Поглиблене медичне обстеження спрямоване на отримання найповнішої та всебічної інформації про стан здоров'я, фізичний розвиток, функціональний стан організму і загальної працездатності спортсменів, їх адаптації до фізичних навантажень, виявлення симптомів передпатології. Завдання поглибленого медичного обстеження:

- оцінка й аналіз стану здоров'я і функціонального стану організму, фізичного розвитку спортсмена;
- визначення факторів підвищеного ризику розвитку відхилень у стані здоров'я, зниження фізичної активності та компенсаторних можливостей організму спортсмена залежно від виду спорту, індивідуальних особливостей і тренувального режиму;
- виявлення хронічних захворювань, патологічних станів, що визначають адаптаційні можливості організму і спортивну працездатність;



- комплексна діагностика й оцінка фізичної працездатності, визначення рівня резервних можливостей організму спортсмена з урахуванням етапів підготовки;
- визначення функціональної підготовленості й внесення за його результатами корекції до індивідуальних планів підготовки;
- допуск спортсменів до тренувань і змагань відповідно їх стану здоров'я;
- призначення рекомендацій для підвищення адаптаційних можливостей, проведення профілактичних, лікувальних і реабілітаційних заходів.

Програма поглибленого медичного обстеження уніфікована відповідно до циклічних, швидкісно-силових, складно-координованих видів спорту, до спортивних ігор та єдиноборств. Такий підхід забезпечує можливість динамічного спостереження за спортсменами в річному та олімпійських циклах підготовки, а також зіставлення отриманих даних. Проводиться 2–4 рази на рік, а для спортсменів збірних команд України – на заключних тренувальних циклах підготовки.

Лікарсько-фізкультурна консультація – форма лікарського контролю, застосовувана при зверненні здорової чи хворої людини до лікарсько-фізкультурного диспансеру або лікарсько-консультативного пункту в поліклініці. Мета такої консультації – вирішення питань, пов'язаних із заняттями фізичною культурою та спортом або використанням їх засобів для лікування. При цьому може бути проведене поглиблене обстеження із застосуванням функціональних проб. У одних випадках консультацію надають тренеру-педагогу, в інших – спортсмену як під час планових медичних оглядів, так і при зверненні до лікаря для отримання додаткової інформації з питань фізіології фізичних навантажень, самоконтролю та ін.



Лікарсько-педагогічне спостереження – спільне дослідження лікаря і тренера-педагога з метою оцінки впливу фізичних навантажень на організм тих, хто займається спортом, встановлення рівня адаптації до тренувальних навантажень, що зростають. На підставі отриманих результатів обстеження лікар оцінює відповідність тренувальних занять прийнятним гігієнічним і фізіологічним нормам. Для цього лікар повинен знати про зміст, організацію, методику та умови проведення занять, стан того, хто займається, і його реакцію на фізичне навантаження.

У лікарсько-педагогічному спостереженні застосовують наступні методичні прийоми.

Визначається щільність занять. Шляхом хронометражу дій одного-двох осіб, які займаються, визначають загальний час, витрачений на виконання вправ. Щільність занять визначають як відношення часу, витраченого на вправи, до загального часу занять у відсотках. Кваліфіковано проведене заняття має щільність 60–70 %.

Визначають фізіологічну криву занять. На різних етапах заняття лікар визначає частоту серцевих скорочень або інший фізіологічний показник і будує графік, що демонструє динаміку цього показника у процесі фізичних навантажень. Аналізуючи криву, оцінюють ефективність вступної частини заняття, інтенсивність фізичного навантаження у його основній частині, тривалість заключної частини і ступінь відновлення частоти серцевих скорочень до кінця заняття.

Визначають ступінь втоми, оцінюваний за зовнішніми ознаками: кольором шкіри, потовиділенням, точністю рухів та іншими проявами, а також за швидкістю відновлення вихідної частоти серцевих скорочень після закінчення занять.

Правильна побудова занять має допустиму для конкретного контингенту збудливість пульсу, практично повне його відновлення до кінця заняття, середній ступінь втоми.



Завдання лікарсько-педагогічного контролю:

- вивчення відповідності умов занять гігієнічним і фізіологічним нормам;
- визначення дії тренувань або змагань на організм;
- аналіз загальної підготовки і спеціальної тренуваності;
- допомога тренеру-педагогу у правильному плануванні занять у процесі фізичного виховання і спортивного тренування.

Ефективність тренувального процесу залежить від правильності обрання засобів тренування та їх дози в одному занятті, мікро- чи мезоциклі. З метою з'ясування цих дій прийнято вивчати негайний, відстрочений і кумулятивний тренувальні ефекти.

Негайний тренувальний ефект – зміни, що відбуваються в організмі безпосередньо під час виконання фізичних вправ і в найближчий період відпочинку.

Відстрочений тренувальний ефект – зміни, виявлені в пізніх фазах відновлення (наприклад, на наступний день чи декілька днів після занять).

Кумулятивний тренувальний ефект – зміни в організмі протягом тривалих тренувань як сумація негайних і відстрочених ефектів загального числа окремих тренувальних занять.

Лікарсько-педагогічне спостереження проводиться під час етапних, поточних та оперативних обстежень. Завдання етапних комплексних обстежень – оцінити зміни у функціональному стані окремих систем організму і загальну працездатність організму.

Етапні обстеження проводяться кожні 2–3 місяці у спокої та під час і після виконання фізичних навантажень.

Поточні обстеження оцінюють відстрочений тренувальний ефект. Форма організації таких обстежень може бути



різною: щоденно вранці в умовах тренувальних зборів або перед тренувальним заняттям; щоденно вранці й ввечері; на початку і наприкінці одного чи двох мікроциклів (уранці чи перед заняттям); на наступний день після занять (уранці чи перед наступним тренуванням). Для проведення поточного контролю застосовують найпростіші методи клініко-функціонального дослідження: одномоментні функціональні проби (20 присідань, затримка дихання та ін.).

Оперативні обстеження оцінюють негайний тренувальний ефект, тобто зміни, що відбуваються в організмі під час виконання фізичних вправ та в найближчий відновлювальний період. Використовуються наступні форми оперативних обстежень: безпосередньо на занятті (протягом усього заняття, після різних його частин або після виконання окремих вправ); до тренувального заняття і через 20–30 хвилин після нього (у спокої або з застосуванням додаткових навантажень); уранці та ввечері дня тренувань.

Для вирішення питань, що стоять перед лікарським оглядом, застосовують ряд методів дослідження. Методи лікарського обстеження поділяють на клінічні і параклінічні. До клінічних відносять опитування (анамнез) і фізичне обстеження: огляд, перкусію (вистукування), пальпацію (прошування), аускультацию (вислуховування). Параклінічні методи обстеження включають антропометрію, термометрію тіла, інструментально-функціональні (електрокардіографія, холтеровський моніторинг електрокардіограми, фонокардіографія, електроенцефалографія, електронейроміографія, спірометрія та ін.), ендоскопічні (бронхоскопія, гастроскопія, колоноскопія, ректороманоскопія, цистоскопія, артроскопія), променеві (рентгенологічні і магнітно-резонансні), радіоізотопні, ультразвукові, лабораторні, функціональні проби та ін.



З-поміж методів дослідження також розрізняють суб'єктивні й об'єктивні. До суб'єктивних відносять розпитування, або анамнез, який поділяють на загальний і спортивний. До об'єктивних методів – ряд антропометричних вимірювань, інструментально-функціональні, лабораторні та інші методи обстеження, що дозволяють оцінити фізичний розвиток обстежуваної особи.

Анамнез (від лат. *anamnesis* – "спогад", "розпитування") є одним з основних медичних методів обстеження, від якого залежить подальший обсяг обстеження з призначенням додаткових методів. Він складається із з'ясування самопочуття й можливих скарг на стан здоров'я на момент обстеження, анамнезу життя і спортивного анамнезу.

Анамнез життя становить медичну біографію обстежуваного за основними періодами його життя (дитинство, юність, зрілий вік). В анамнезі життя спершу розпитують про загальнобіографічні (або паспортні) дані. Загальні відомості (прізвище, ім'я, по батькові, вік, національність, освіта, професія, сімейний стан) дозволяють встановити, на скільки загальний розвиток обстежуваного відповідає його віку, визначити ступінь навантаження при заняттях фізичними вправами, а при відхиленнях – привнести корективи до занять. Анамнез включає розпитування про перенесені хвороби від дитинства до моменту огляду, звернення до лікарів і способ лікування при хворобах. З'ясовується, чим хворів спортсмен за останній час. Детально збирається анамнез стосовно захворювань, пов'язаних із заняттями фізичною культурою і спортом, зокрема перенапруження, перетренованості, захворювання опорно-рухового апарата, серцево-судинної, дихальної, нервової систем. Висвітлюється, коли й за яких обставин з'явилося захворювання, його тривалість, характер лікування, чи припинявся тренувальний процес і на який



термін. Ці відомості необхідні для визначення тривалості відновлювальних тренувань та їх характеру. Розпитують про спортивні травми, їх причини, локалізацію, ступінь тяжкості, тривалість припинення тренувань, характер лікування і наслідки. Також з'ясовуються житлово-побутові умови (окремі будинки, квартира чи кімната в гуртожитку, скільки осіб живуть разом, санітарні умови помешкання), умови праці й виробничі шкідливості в минулому і на момент огляду, дотримання гігієнічного режиму в побуті, відпочинку, харчуванні, шкідливі звички, що має значення для збереження здоров'я, профілактики захворювань, особливо застудних. Лікаря цікавлять спадкові особливості: стан здоров'я родичів (батьків, братів, сестер), наявність у роду спадкових захворювань, характер роботи рідних, чи займалися вони спортом і які їх досягнення тощо. Питання стосуються алергічної реакції у минулому в обстежуваного та його родичів (на харчові продукти, побутову хімію, лікарські препарати, біологічні речовини – пилок рослин, шерсть тварин і под.).

Спортивний анамнез показує фізичну активність від занять фізичними вправами, спортом у школі (основна чи спеціальна група, участь у спортивних секціях, змаганнях, отримані успіхи та ін.) до моменту обстеження. З'ясовується, з якого віку особа систематично займається спортом і якими його видами, спортивна кваліфікація особи, обсяг навантажень тощо. Становлять інтерес підвищення спортивної майстерності спортсмена з роками, динаміка спортивних досягнень, найкращий результат тощо. Розпитують, як спортсмен тренується на момент огляду: період тренувань, кількість тренувань протягом тижня, їх тривалість і спрямованість, обсяг та інтенсивність, перерви у тренуванні та їх тривалість, участь у змаганнях останнім часом та їх результати, власна оцінка тренувань, спортивного зростання, отриманих



результатів, відпочинку між тренуваннями. На завершення розпитують про загальний режим тренувань і відпочинку: дотримання режиму тренувань, час і характер відпочинку, кількість годин сну, чи займається опитуваний ранковою гімнастикою, загартовуванням та ін.

Анамнез життя і спортивний анамнез мають бути максимально індивідуалізовані, інформативні й повні. Усі отримані дані важливі як для визначення рівня тренуваності спортсмена, так і для обґрунтування результатів інших досліджень і рекомендацій для тренувань, а також для вмілого використання тренером у його роботі.

Ознайомившись зі скаргами обстежуваного, історією його життя, спортивною біографією, приступають до об'єктивного дослідження. Останнє дозволяє оцінити загальний стан організму і стан окремих його внутрішніх органів.

Діагностичні методи поділяють на основні й додаткові. До основних методів відносять огляд, пальпацію, перкусію, аускультацию, вимірювання тіла. Основними вони є тому, що тільки після їх застосування лікар може вирішити, який ще з багатьох додаткових методів (лабораторних, інструментальних та ін.) потрібно застосувати для уточнення стану здоров'я.

Для того щоб об'єктивне обстеження було повним і систематичним, його виконують за певним планом. Спочатку виконують загальний огляд, потім пальпацію (ощупування), перкусію (вистукування) й аускультацию (вислуховування) – фізичні методи обстеження. Ці методи дослідження відносять до об'єктивних, що не втратили свого значення, незважаючи на широке та зростаюче нині застосування складних інструментальних методів обстеження.

Загальний огляд дозволяє визначити:

- конституційний тип;
- малі аномалії розвитку;



– візуальні ознаки порушення функціонального стану опорно-рухового апарата;

– зовнішні ознаки окремих захворювань і патологічних станів.

Пальпація (від лат. *palpatio* – "ощупування") – метод медичного обстеження, що ґрунтується на сприйнятті дотиком властивостей тканин і органів, їх положення, величини, форми, консистенції, рухомості, топографічного положення, а також болючості досліджуваного органа при рухах і тиску пальців або долоні руки лікаря (рис. 1.2, *a*). Розрізняють наступні види пальпації: поверхневу (наприклад, дослідження шкіри, суглобів, судин (пульсу), серця тощо) і глибоку (ковзна пальпація, за М. Образцовим, що дозволяє дослідити шлунок, кишечник, печінку, селезінку, сигмоподібну кишку й ін.). Пальпацією лікар визначає шляхом дотику пружність, вологість та інші якості шкіри, частоту пульсу, серцевий поштовх, стан лімфатичних залоз у різних ділянках тіла, наявність чи відсутність збільшення печінки і селезінки, стан м'язів, кісток, суглобів тощо.

Перкусія (від лат. *percussio*, буквально – "нанесення ударів", "тут вистукування") – метод лікарського дослідження внутрішніх органів, який базується на вистукуванні по поверхні тіла над певним органом з отриманням звукових коливань різної гучності, тривалості, висоти і звучання (наприклад, легені містять повітря і дають гучний, ясний звук, а серце, печінка, м'яз, як щільні органи, дають тихий, тупий звук). Історично відомі два методи перкусії: безпосередня (коли удари пальцем наносяться безпосередньо по поверхні тіла) і посередня (удари наносяться через палець другої руки чи інший предмет) (рис. 1.1). За характером та інтенсивністю звуку, що виникає при постукуванні пальцем однієї руки по пальцю іншої, покладеному на певну ділянку тіла (грудну



Розділ 1. ЗМІСТ І МЕТОДИ ЛІКАРСЬКОГО ОБСТЕЖЕННЯ

клітку, черевну порожнину або ін.), визначають, що знаходиться під пальцем – щільне тіло, рідина чи повітря (над легеньми – ясний звук), встановлюють межі органів (серця, печінки та ін.), не вдаючись до складніших методів (рентгенологічного, ультразвукового).

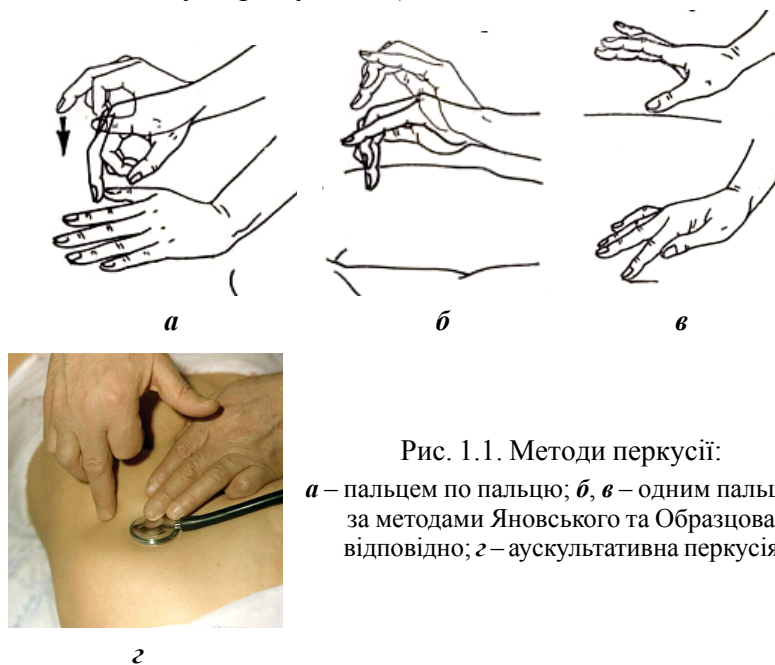


Рис. 1.1. Методи перкусії:
а – пальцем по пальцю; **б**, **в** – одним пальцем, за методами Яновського та Образцова відповідно; **z** – аускультативна перкусія

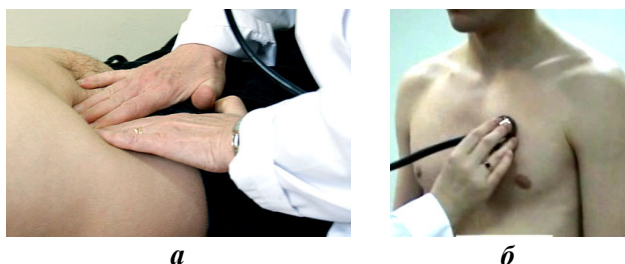


Рис. 1.2. Методи фізичного обстеження:
а – пальпація здухвинної кишки; **б** – аускультативна перкусія



Аускультация (від лат. *auscultatio* – "вислуховування") – метод фізичної діагностики в медицині, який полягає у вислуховуванні звуків, утворюваних у процесі їх функціонування (тони і шуми при вислуховуванні серця, дихальні шуми і хрипи при вислуховуванні легень та ін.) (рис. 1.2,б). Існують пряма аускультация – прикладання вуха до поверхні тіла над органом і непряма – за допомогою спеціальних приладів – стетоскопа, фонендоскопа.

Зазначене обстеження дозволяє лікарю скласти достатньо повне попереднє уявлення про стан здоров'я обстежуваного і зробити попередній висновок. Для уточнення, перевірки й поглиблення отриманих попередніх результатів обстеження використовують параклінічні методи дослідження.

Антропометрія (від гр. *антропос* – "людина" і *метро* – "виміряти") – сукупність методичних прийомів, які полягають у вимірюванні тіла людини і його частин з метою встановлення вікових, статевих, етнічних та інших особливостей фізичної будови, що дозволяють дати кількісну характеристику їх мінливості. Залежно від об'єкта дослідження розрізняють соматометрію (вимірювання всього тіла людини), краніометрію (вимірювання черепа), остеометрію (вимірювання кісток скелета), також сюди відносять антропоскопію – описову характеристику форм частин тіла, форми голови, рис обличчя, пігментації шкіри, волосся, райдужки й оболонки очей тощо.

Термометрія (від гр. *терма* – "теплота" і *метро* – "виміряти") – сукупність методів і способів вимірювання температури, зокрема температури тіла людини. Для вимірювання температури тіла людини використовують зазвичай медичні ртутні чи спиртові термометри (прозорий скляний резервуар із впаяною шкалою і капіляром, що має на кінці заповнене



рідиною розширення), які відносяться до рідинних. Принцип дії термометра ґрунтується на тепловому розширенні рідин. У медичній практиці в Україні та у більшості інших країн використовується шкала температур Цельсія (згідно з міжнародною системою одиниць – СІ, від фр. *Systeme International d'Unités – SI*), проте у США і Великобританії продовжує використовуватися шкала Фаренгейта [температура за Фаренгейтом (t_F) і температура за Цельсієм (t_C) пов'язані залежністю $t_F = 32^\circ + 1,8t_C$]. Діапазон вимірювання медичних термометрів – від 34 до 42° , ціна поділки – $0,1^\circ$. Термометрію проводять у пахвовій впадині, пахвинній складці, прямій кишці, ротовій порожнині. Термометрія є одним з обов'язкових методів обстеження. Нормальною температура тіла у пахвовій впадині вважається $36,4\text{--}36,8^\circ\text{C}$ (температура у прямій кишці на $0,5\text{--}1,0^\circ\text{C}$ вища, як у пахвовій впадині). За ступенем підвищення температури виділяють:

- $37,0\text{--}37,5^\circ\text{C}$ – помірний субфебрилітет;
- $37,6\text{--}38,0^\circ\text{C}$ – високий субфебрилітет;
- $38,1\text{--}39,0^\circ\text{C}$ – помірне підвищення температури;
- $39,1\text{--}40,0^\circ\text{C}$ – висока;
- вище за $40,1^\circ\text{C}$ – надмірно висока;
- вище за $41,0\text{--}42,0^\circ\text{C}$ – гіперпітерична температура.

Протягом дня температура тіла змінюється. Найнижчою вона буває між 3 і 6 годинами ранку, найвищою – між 17 і 21 годинами вечора. Різниця між ранковою й вечірньою температурами у здорових осіб не повинна перевершувати $0,6^\circ\text{C}$. Після їжі, великих фізичних навантажень та в спекотний період чи у жаркому приміщенні температура тіла дещо підвищується.

Електронні термометри з цифровим дисплеєм (рис 1.3,б) швидко вимірюють температуру (за 10 с), мають звуковий сигнал зі змінною тональністю при підвищеній температурі,



пам'ять останнього вимірювання, їх корпус легко дезінфікується, протиударний, вони випускаються як у традиційній формі, так і у вигляді соски для грудних дітей.

Безконтактні медичні інфрачервоні термометри (пірметри) вимірюють інфрачервону енергію, випромінювану на певній ділянці, що вловлюється спеціальним датчиком. Потім прилад перетворює отримані дані у цифрові показники температури на дисплеї (рис. 1.3, *б, в, з*).

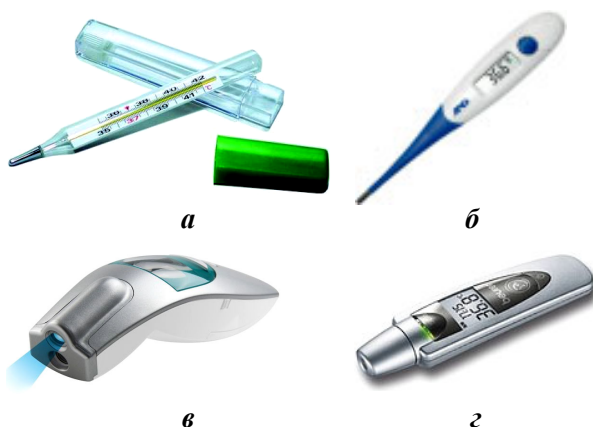


Рис. 1.3. Термометри медичні:
а – ртутний; *б* – електронний AND DT-510;
в – безконтактний інфрачервоний FTN-2; *з* – безконтактний лобний інфрачервоний BEURER FT 60

Локальні вимірювання температури здійснюють за допомогою електротермометрів, термочутливою ланкою яких є напівпровідниковий резистор у формі щупа з площиною контакту 1–2 мм², електричний опір якого залежить від температури. Серійно випускаються медичні електротермометри ТПЭМ-1 для вимірювання температури шкіри і частин тіла для сегментарної термометрії та в порожнинах тіла (пряма кишка, стравохід).



Теплобачення (термографія) – метод, ґрунтується на реєстрації температури поверхні тіла на підставі вловлювання інфрачервоного випромінювання. Дозволяє виявити поверхнево розміщені пухлини та здійснювати контроль за ефективністю лікування (рис. 1.4).

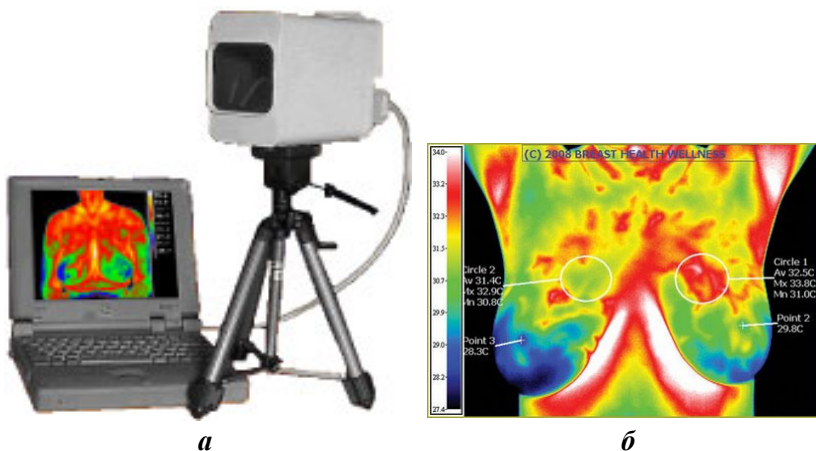


Рис. 1.4. Загальний вигляд тепловізора ИРТИС 200 МЕ із монітором (а) та зображення на екрані при дослідженні молочних залоз (б)

При інструментально-функціональних методах обстеження людини застосовуються як прості прилади, скажімо, тонометр (для вимірювання артеріального тиску), сухий спірометр (для визначення дихального об'єму легень), динамометр (для визначення сили м'язів), так і технічно складніші (електрокардіограф, рентгенологічний чи ультразвуковий апарат та ін.).

Одні методи діагностики засновані на реєстрації біоелектричної діяльності обстежуваного органа, підсиленні електричного потенціалу і графічному відтворенні його (наприклад, при електрокардіографії, електроенцефалографії, елек-



тронеїроміографії тощо), а інші ґрунтуються на вловлюванні шумів механічної діяльності органа (наприклад, серця, легень, шумів проходження крові судинами), підсиленні їх і відтворенні у вигляді підсиленого звуку або графічно (наприклад, при фонокардіографії).

Ендоскопічні методи діагностики засновані на введенні у порожнинний орган чи порожнину спеціального приладу, що дозволяє визначити форму і розмір органа, стан слизових оболонок (колір, рельєф, найменші зміни слизової – ерозії, виразки й інші зміни). До ендоскопічних відносять наступні методи дослідження:

– бронхоскопію (від гр. βρόγχος – "дихальне горло" і σκοπεῖν – "розглядаю", "спостерігаю") – метод дослідження внутрішньої поверхні трахеї і бронхів за допомогою спеціальних оптичних приладів (жорсткого бронхоскопа чи бронхофіброскопа – складного приладу, що становить гнучкий стрижень із керованим згином дальнього кінця, ручки керування й освітлювального кабелю, що зв'язує ендоскоп із джерелом світла, часто обладнаний фото- і відеокамерою, а також маніпуляторами для проведення біопсії чи видалення іноземних тіл);

– гастроскопію (від гр. γαστήρ – "шлунок" і σκοπεῖν – "розглядаю", "спостерігаю"), інша назва – езофагогастрофібродуоденоскопія – метод дослідження внутрішньої поверхні стравоходу, шлунку і дванадцятипалої кишки за допомогою спеціального приладу гастроскопа (становить собою гнучку трубку, всередині якої знаходиться волоконно-оптична система), який вводиться через рот і стравохід;

– колоноскопію (від гр. kolon – "товста кишка" і σκοπεῖν – "розглядаю", "спостерігаю") – діагностична медична процедура дослідження внутрішньої оболонки всіх відділів товстого кишечника за допомогою спеціального приладу – колонофіброскопа;



– ректороманоскопію (від анатомічно застарілого *S-romani* – "сигмоподібна кишка" і гр. *skopeo* – "розглядаю", "спостерігаю") – метод дослідження внутрішньої поверхні прямої і сигмоподібної кишки за допомогою спеціального приладу – ректоромаоскопа;

– цистоскопію (від гр. *kystis* – "сечовий міхур" і *skopeo* – "розглядаю", "спостерігаю") – метод дослідження сечового міхура шляхом огляду його внутрішньої поверхні за допомогою спеціального приладу – цистоскопа;

– артроскопію (від гр. "артроз" – "суглоб" і *skopeo* – "розглядаю", "спостерігаю") – малоінвазивний діагностично-лікувальний метод візуального обстеження структур і вмісту суглобової поверхні, а також лікувальної дії на них за допомогою спеціального апарата, обладнаного оптичними і механічними пристроями.

Діагностична цінність ендоскопічного методу збільшується завдяки можливості під час дослідження органа брати матеріал із поверхні його слизової або шматочки тканин (біопсія).

Сучасні ендоскопічні прилади випускаються із застосуванням як волоконної оптики, що забезпечує їм гнучкість, так і жорстких конструкцій, де оптична частина розміщується в металевому жорсткому корпусі у вигляді трубки. На теперішній час у лікувально-профілактичних закладах гнучкі фіброендоскопи витісняють жорсткі прилади (наприклад, при ректороманоскопії).

До променевих методів діагностики відносять різноманітні рентгенологічні (рентгеноскопія, рентгенографія, флюорографія й ін.) і магнітно-резонансні.

Рентгенографія (рентгеноскопія) – метод дослідження внутрішніх органів шляхом просвічування рентгенівськими променями. Може проводитися звичайним неконтрастним способом і з введенням спеціальних контрастних речовин.



Флюорографія – метод отримання знімків на малоформатній катушковій плівці, засвіченій рентгенівськими променями.

Радіоізотопна діагностика базується на використанні препаратів, мічених радіоактивними ізотопами. Після введення цих препаратів до організму спеціальними апаратами – сканерами і гамма-камерами – реєструється накопичення і рух ізотопів в організмі чи системі. Метод дає точну інформацію про морфологічні й функціональні особливості досліджуваного органа (нирок, печінки, серця, легень, головного і спинного мозку та ін.).

Ультразвукове дослідження (синоніми – УЗД, ехографія, ультрасонографія) – метод отримання зображення внутрішніх органів за допомогою звукових хвиль високої частоти (отриманих шляхом п'єзоелектричного ефекту), частина яких відбивається від поверхонь розподілу між середовищами з різними фізичними (акустичними) властивостями (щільністю й іншими параметрами). Зображення може бути різним залежно від режимів роботи сканера. В-режим дає інформацію у вигляді двовимірних томографічних зображень анатомічних структур у масштабі реального часу; М-режим – у вигляді одновимірного зображення і нині використовується рідко. Доплерографія заснована на ефекті Доплера – від рухомих об'єктів ультразвукові хвилі відбиваються зі зміненою частотою.

На сучасному етапі інструментального ультразвукового обстеження використовується двовимірна ехографія, наприклад, для дослідження серця (2D-Ехокардіографія). Проте найостаннішими стали тривимірні ультразвукові прилади, що швидко знаходять дедалі більше використання в повсякденній клінічній практиці завдяки ширшим діагностичним можливостям, скажімо, при дослідженні серця (3D-Ехокардіографія).



Ультразвукові прилади використовуються для дослідження серця (ехокардіографія), мозку (ехоенцефалографія), внутрішніх органів черевної порожнини, судин тощо.

Томографія (від гр. *tomos* – "шматок", "шар" і *grapho* – "пишу", "зображую") – метод неруйнівного пошарового дослідження внутрішньої структури тіла шляхом багаторазового його просвічування в різних пересічних напрямках, число яких досягає $10-10^6$ (так зване сканувальне просвічування). Розрізняють методи томографії з застосуванням іонізувального випромінювання, тобто з опроміненням обстежуваного (звичайна рентгенівська, або т. зв. кластична, комп'ютерна рентгенівська і радіонуклідна, або емісійна комп'ютерна), і не пов'язані з ним (ультразвукова і магнітно-резонансна). За винятком звичайної рентгенівської томографії, при всіх видах томографії зображення отримують за допомогою математичного опрацювання численних зображень умонтованим в апарат комп'ютером. Комп'ютерна рентгенівська томографія – просвічування рентгенівським промінням тіла обстежуваного навколо його повздовжньої осі, завдяки чому отримуються поперечні "зрізи".

До об'єктивних методів обстеження відносять клініко-лабораторні дослідження, що передбачають аналіз морфологічного і біохімічного складу крові, сечі, а за потреби – й інших середовищ організму (спинномозкової рідини, мокроти, шлункового вмісту, жовчі, калу). Лабораторні дослідження проводять у наступних напрямках:

- вивчення загальних властивостей досліджуваного матеріалу (кількість, колір, вигляд, запах, наявність домішок, відносна щільність та ін.);
- мікроскопічне дослідження;
- хімічне дослідження з метою визначення тих чи інших речовин – продуктів обміну, мікроелементів, гормонів, сполук, що з'являються при захворюваннях і т. ін.;



– бактеріологічне, вірусологічне й інші види досліджень.

Для отримання повного й об'єктивного уявлення про стан здоров'я і можливості організму обстежуваного в цілому на дію певного фактора, а не у стані спокою, використовують функціональні методи обстеження. Особливо це стосується тих, хто займається фізичною культурою і спортом. Розширення можливостей функціональної діагностики при обстеженні спортсменів стає все актуальнішим. Цього вимагають, з одного боку, зростання спортивних досягнень, що наблизилися до межі людських можливостей, коли правильно кваліфікувати функціональний стан організму спортсмена чимраз складніше, з іншого – важливість визначення оптимальної дози фізичного навантаження для певної особи, тобто максимальна індивідуалізація.

Дослідження функціонального стану систем і органів проводиться шляхом використання найрізноманітніших функціональних проб із метою оцінки

- серцево-судинної системи;
- системи зовнішнього дихання;
- вегетативної нервової системи;
- вестибулярного аналізатора;
- загальної фізичної працездатності;
- енергетичних потенцій організму.

Функціональними пробами вивчається реакція організму і його систем на дію певного фактора. Вибір того чи іншого фактора залежить від поставлених перед функціональним дослідженням завдань. Проте обов'язковою умовою таких проб є можливість строгого дозування для того, щоб можна було порівняти реакцію особи при різних функціональних станах чи реакцію різних осіб на однаковий фактор. На початку проведення функціональної проби визначають вихідні (початкові) дані обстежуваного, що характеризують



систему чи орган у спокої, потім – їх показники після дії того чи іншого дозованого фактора, і, насамкінець, – час повернення цих показників до вихідного положення. Останнє дозволяє визначити тривалість і характер відновного періоду.

Важливо знати про зміни ряду функціональних показників (наприклад, частоти пульсу і дихання, біоелектричної діяльності серця й ін.) безпосередньо під час виконання фізичного навантаження. Найінформативнішим є використання в функціональних пробах фізичних навантажень різної інтенсивності. Усі вони дозуються як певним темпом, так і тривалістю виконання (наприклад, біг протягом 2 хвилин із темпом 180 кроків за 1 хвилину тощо).

Функціональні проби поділяють на специфічні і неспецифічні. Специфічними (адекватними) називають такі функціональні проби, факторами дії яких є рухи, властиві конкретному виду спорту. Так, для гребців такою пробою буде робота на гребному апараті, а для боксерів – бій із тінню. До неспецифічних (неадекватних) відносять проби, в яких використовуються рухи, в тій чи іншій мірі властиві всім видам спорту, наприклад біг на місці, присідання, степ-тест та ін.

Також функціональні проби можуть бути одномоментні, коли використовується один фактор дії (наприклад, 20 присідань, або 60 підскоків, або 2–3 хвилинний біг на місці в темпі 180 кроків за 1 хвилину), двомоментні – коли їх два, і комбіновані – коли їх більше за два. До останнього виду відноситься поширена проба Летунова, що включає три варіанти фізичного навантаження. Важливою умовою проведення функціональних проб із фізичним навантаженням є якість їх виконання й дозування за темпом виконання рухів (наприклад, проба з 20 присіданнями повинна проводитися протягом 30 секунд, а самі присідання – виконуватися глибоко).



Окрім фізичних навантажень, у функціональній діагностиці використовуються й інші проби: зі зміною зовнішнього середовища, фармакологічні, харчові й под.

Серед проб зі зміною зовнішнього середовища основну групу складають т. зв. дихальні проби – затримка дихання на вдиху і видиху, вдихання газових сумішей з різним умістом кисню (зниження до 10–15 % чи підвищення до 100 %) або вуглекислого газу, а також температурні проби (наприклад, холодова чи теплова) тощо.

До фармакологічних функціональних проб відносять ті, при яких до організму вводять хімічні речовини в не шкідливих для нього дозах, але викликають певні реакції, відмінні від функціонального стану організму.

Харчові проби полягають у дослідженні реакції на введення певної кількості різних харчових речовин, рідин та ін.

До інших проб відносяться ортостатична і кліностатична проби для оцінки вегетативної нервової системи за реакцією пульсу на зміну положення тіла у просторі.

Водночас треба зважати на те, що не можна правильно оцінити функціональний стан організму спортсмена, досліджуючи тільки один якийсь функціональний показник. Потрібне комплексне вивчення функціонального стану організму, що включає цілий ряд показників, які характеризують різні аспекти функцій організму як цілого. Проте цей комплекс функціональних досліджень завжди повинен бути стандартним, однаковим. Включення тих чи інших показників до комплексного дослідження визначається тими завданнями, які в кожному конкретному випадку ставить лікар чи тренер при вивченні функціонального стану певної особи. Це значить, що при кожному новому функціональному вивченні комплекс показників може змінюватися, якщо змінюються завдання дослідження, або залишатися попереднім, коли завдання не змінюються.



Розділ 1. ЗМІСТ І МЕТОДИ ЛІКАРСЬКОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Проби можуть проводитись як в умовах спеціальних функціональних лабораторій, так і безпосередньо в місцях тренувань і змагань. Таке поєднання дозволяє найточніше визначити функціональний стан організму спортсмена в певний час і після певного стану. Під час вивчення реакції організму на ту чи іншу дію звертають увагу на ступінь зміни певного показника порівняно з вихідною величиною і, що важливо, на тривалість повернення досліджуваних величин до початкового стану. Правильна оцінка ступеня реакції і тривалості відновлення дозволяє досить точно оцінити функціональний стан органів і систем обстежуваного.

Треба зауважити, що основними вимогами до сучасних методів інструментальної і функціональної діагностики є їх безпечність, доступність, адекватна пропускна здатність та економічно прийнятна вартість дослідження.



Розділ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ Й ОЦІНКА РІВНЯ ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТІЛА І СТАНУ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТА

Під фізичним розвитком розуміють комплекс морфо-функціональних властивостей організму, що визначають запас його фізичних сил (фізичну дієздатність).

За програмою, розробленою Міжнародним комітетом зі стандартизації тестів фізичної готовності, визначення працездатності повинно проводитися за чотирма напрямками:

- медичний огляд;
- визначення фізіологічних реакцій різних систем організму на фізичне навантаження;
- визначення будови і складу тіла в кореляції з фізичною працездатністю;
- визначення здатності виконувати фізичні навантаження і рухи в комплексі вправ, здійснення яких залежить від різних систем організму.

Дослідження фізичного розвитку осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, має наступні завдання:

- оцінка дії на організм систематичних занять фізичною культурою і спортом;



– відбір дітей, підлітків для занять тим чи іншим видом спорту;

– контроль за формуванням певних особливостей фізичного розвитку у спортсменів на їх шляху зростання від початківця до майстра спорту.

Під час дослідження опорно-рухового апарата опитуваним з'ясовують, чи немає яких-небудь обмежень рухів у суглобах або, навпаки, підвищеної рухомості, звичайних вивихів.

Основними методами дослідження фізичного розвитку є зовнішній огляд (соматоскопія) та антропометрія. Обстеження проводиться вранці натще або після легкого сніданку у світлому і теплому приміщенні (температура повітря – 18–20 °С). Обстежуваний повинен бути роздягненим до трусів (плавок).

Зовнішній огляд

Зовнішній огляд, або соматоскопія, – це огляд тіла, при якому фіксуються ознаки, що не піддаються вимірюванню. Соматоскопія поєднується з антропометрією (соматометрією). У практиці застосовують наступний порядок дослідження (соматоскопії): соматоскопія у спокої і під час руху, та пальпацію, яку поєднують із рухами. При зовнішньому огляді лікар і обстежуваний перебувають на віддалі 2–3 кроків один від одного, а джерело світла розміщене між ними. Положення обстежуваного вертикальне, вільне. Повертаючи обстежуваного, проводять огляд спереду, ззаду і збоку. Оцінюють поставу, форму грудної клітки, живота, ніг, розвиток мускулатури, стан шкіри, жирових відкладень, стан опорно-рухового апарата й под. – тобто описові показники.

Роздягнений до нижньої білизни обстежуваний займає вільну стійку: ноги разом або на ширину поперечного розміру власної стопи, руки вільно опущені. При огляді спереду визначають:



- положення голови (бокові нахили і ротації);
- рівень пліч;
- форму грудної клітки, ступінь рівномірності розвитку обох сторін грудної клітки;
- симетричність стояння гребенів і передніх верхніх остей клубової кістки;
- взаємне розміщення і форма нижніх кінцівок;
- симетричність розміщення наколінників;
- ступінь розвитку і симетричність мускулатури;
- розміщення пупка.

При огляді у профіль визначають:

- положення голови (нахил уперед, назад);
- форму грудної клітки;
- наявність деформації однієї зі сторін грудної клітки;
- виразність фізіологічних згинів у сагітальній площині.

При огляді ззаду визначаються:

- загальний нахил тулуба в одну із сторін;
- положення голови (нахил в одну із сторін);
- симетричність розміщення пліч;
- просторове положення лопаток відносно хребта (візуальне визначення віддалі від внутрішнього краю лопаток до хребта, рівень стояння кутів лопаток);
- симетричність форми і глибини пахвових складок з обох боків;
- відхилення хребта від серединної лінії вправо і вліво (розміщення лінії остистих відростків хребта);
- наявність реберного випинання і м'язових валиків;
- симетричність стояння гребенів і задніх верхніх остей клубової кістки;
- симетричність сідничних складок;
- симетричність підколінних складок;
- симетричність внутрішньої й зовнішньої щиколоток;
- форма п'ят.



Розміщення на різних рівнях симетричних орієнтирів опорно-рухового апарата, таких як вушні раковини, соскоподібні відростки, надпліччя, лопатки, соски, реберні дуги, кути талії, гребені та ості тазу, сідничні й підколінні складки, щиколотки, може бути ознакою сколіозу хребта, проявом м'язового дисбалансу на різних рівнях і диспластичних змін опорно-рухового апарата, що супроводжуються його кістковою деформацією.

В описі *шкіри* враховується наступне: гладка вона чи шорсткувата, наявність на ній рубців, чиста шкіра чи з висипаннями, волога чи суха (при трофічних змінах), пружна чи в'яла, бліда, з почервонінням чи звичайного кольору тощо. Звертають увагу на присутність крововиливів (їх поширеність, колір і т. ін.).

Ріст волосся в пахвових ямках, у ділянці лобка, а в ділчат розвиток молочних залоз дозволяють визначити ступінь статевого дозрівання.

Постава – це звична, невимушена поза людини, манера триматися в положенні стоячи чи сидячи. Під поставою розуміють одне з основних рівноважних положень тіла при спокійному стоянні чи прямоходінні. Вона не є вродженою особливістю, а набувається протягом життя, праці. Постава змінюється протягом дня, відображаючи стан людини, центральної нервової системи. Зазвичай вона оцінюється в положенні стоячи, без напруження м'язів, залежить від форми хребта, рівномірності розвитку і тону мускулатури торса.

Розрізняють кілька видів постав, але всі вони мають одну спільну особливість – дозволяють зберегти рівновагу у вертикальному положенні (рис. 2.1). Кожна постава характеризується формою хребта і тулуба, положенням голови і кінцівок. Основним фактором постави прийнято вважати форму тулуба, а відповідно хребта. У нормі хребет має чоти-



ри згини: шийний і поперековий лордози (випуклості вперед), грудний і крижово-куприковий кіфози (випуклості назад). Ці згини забезпечують хребту амортизацію, зменшуючи струси при ходьбі, бігу, стрибках.

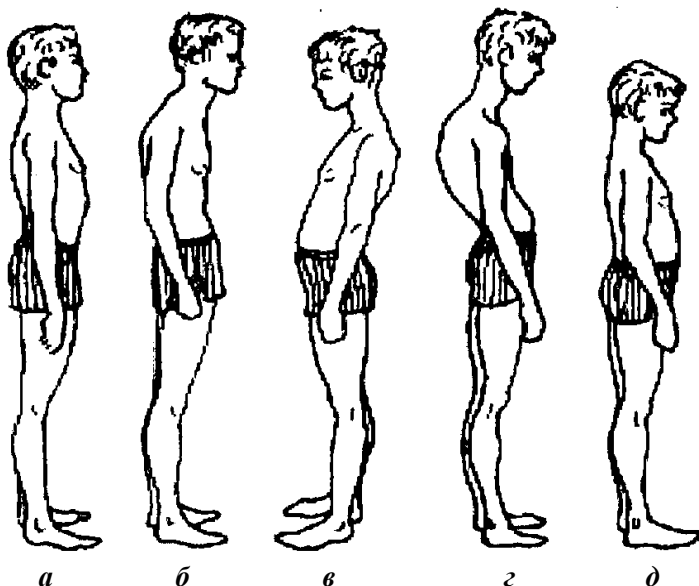


Рис. 2.1. Види постави:

a – нормальна, характеризується рівномірними згинами всіх відділів хребта, величина яких не виходить за середнє квадратичне відхилення суми всіх згинів; *б* – сутула, відзначається вираженим шийним лордозом при дещо нахиленій уперед шії і зменшенням поперекового лордозу; *в* – лордична, характеризується збільшеним поперековим лордозом і дещо згладженим шийним; *г* – кіфотична, відрізняється різко вираженим грудним кіфозом; *д* – випрямлена, характеризується слабкими згинами всіх відділів хребта, а в результаті вся спина має плоскішу форму

При правильній поставі голова і тулуб перебувають на одній вертикальній лінії, плечі розгорнені, злегка опущені й знаходяться на одному рівні, лопатки притиснені, фізіологічні



згини хребта виражені нормально, груди злегка випуклі, живіт втягнений, ноги випрямлені в колінних і кульшових суглобах. Під час дослідження постави послідовно визначають положення голови, плечового поясу, вираженість фізіологічної кривизни хребта, пропорційність трикутників талії. Розрізняють постави правильну, сутулу, кіфотичну, нордичну і випрямлену. Окрім візуального огляду, застосовують інструментальні методи дослідження хребта (визначення глибини шийного і поперекового згинів та довжини хребта).

Зміни постави в дитячому віці відбуваються внаслідок зміщення загального центру тяжіння. У дівчаток зміни постави починаються на 1,5–2 роки раніше, ніж у хлопців.

Нормальна постава характеризується наступним:

– розміщенням остистих відростків хребців на лінії нитки виска, опущеної від горба потиличної кістки (точки "ініон" – зовнішнього потиличного виступу), яка проходить униз між сідничними складками;

– розміщенням пліч на одному рівні;

– розміщенням обох лопаток на одному рівні;

– рівними трикутниками, утвореними тулубом і вільно опущеними руками;

– правильними згинами хребта в сагітальній площині (глибиною до 5 см у поперековому відділі і до 2 см – у шийному).

Описуючи постави у спортсменів різної спеціалізації, О. Аксьонова запропонувала додаткові модифікації постави: сутуло-нормальна, нормально-лордична тощо.

У спортивній практиці частіше зустрічаються наступні описи постав:

I комплекс – кіфотичний, грудний згин більший за поперековий: вертикальна лінія, опущена з шийної точки, проходить попереду морфологічної точки, яка знаходиться на глибшій ділянці поперекового лордозу. Переважання грудного кіфозу може бути малим, середнім і великим.



II комплекс – рівномірний, також іменований рівноважним. Характеризується більш чи менш рівномірними згинами грудного і поперекового відділів. Вертикаль, опущена через шийну точку, проходить через нордичну точку. Згини також можуть бути малими, середніми і великими.

III комплекс – лордичний, відрізняється великим поперековим лордозом і меншим грудним кіфозом: вертикаль, опущена з шийної точки, проходить позаду нордичної точки. Переважання поперекового лордозу може бути суттєво більшим за грудний кіфоз. За вираженістю виділяють малий, середній і великий кіфози.

Положення *голови* досліджують у фронтальній (анфас – поверненим обличчям до себе) і сагітальній (у профіль – поверненим боком) площинах, відзначаючи, чи перебуває вона на одній вертикалі з тулубом, нахилена вправо, вліво, уперед. Положення *плечового поясу* оцінюється з положення анфас, відзначається, чи на одному рівні плечі та чи однакова ширина правого і лівого. Повернувши обстежуваного спиною до себе, визначають, чи немає в нього крилоподібних лопаток (кути і внутрішні краї лопаток відстають від спини настільки, що під ними можна просунути кінчики пальців). Частіше подібне спостерігається в осіб зі слабо розвиненою мускулатурою спини. Перевіряють, чи розгорнені плечі, чи подані вперед, чи немає асиметрії плечей (одне плече подане вперед більше за інше). У спортсменів різної спеціалізації (гребців-каноїстів, боксерів, металників та ін.) зустрічаються різні асиметрії пліч. Поєднання різкої подачі плечей уперед із сильно розвиненою мускулатурою спини створює враження несправжньої сутулості (на відміну від справжньої, коли сутулість пов'язана з викривленнями хребта).

Вираженість фізіологічної кривизни хребта визначається його згинами. Хребет оглядають у сагітальній і фронтальній



площинах. Визначають форму лінії, утвореної остистими відростками хребців.

В основі різних змін постави лежать порушення правильного співвідношення і вираженість фізіологічних згинів хребта, що характеризується утворенням пласкої, круглої, кругло-вгнутої, плоско-вгнутої спини.

Пласка спина характеризується згладженістю фізіологічних згинів, вони можуть бути відсутні, кут нахилу таза зменшений, грудна клітка більш пласка, інколи є крилоподібні лопатки.

Кругла спина (сутулість) пов'язана з сильно вираженим грудним кіфозом, який може захоплювати й верхню частину поперекових хребців, при цьому значно зменшується поперековий лордоз. При круглій спині кут нахилу таза суттєво зменшується, грудна клітка впала, надпліччя звисають уперед, живіт випинається, сідниці пласкі, коліна злегка зігнуті.

Кругло-вгнута спина характеризується вираженішим грудним кіфозом і поперековим лордозом, збільшений кут нахилу таза, грудна клітка більш пласка, живіт випинається вперед, сідниці видаються назад.

Частіше зустрічаються не "чисті" дефекти постави, а їх комбінації: кругло-вгнута чи пласко-вгнута спина. Деформована постава не тільки порушує фігуру людини, але й викликає зміщення легень, серця і великих судин та погіршує функції серцево-судинної і дихальної систем. Описані форми спини у дітей зазвичай супроводжуються слабкістю кардіореспіраторної системи, розладами травлення, а пласка спина додатково супроводжується зниженням амортизаційних функцій хребта. Усі дефекти постави можуть виправлятися при свідомому підборі вправ, обґрунтованих глибокими знаннями анатомії м'язової системи.



Дослідженням хребта визначають, чи є бокові викривлення хребта (сколіози). Викривлення хребта визначають пальпаторно і за допомогою інструментальних методів – ниткового виска, сколіозиметрів, рентгенологічно в різних проекціях (про інструментальне дослідження хребта детальніше див. у Розділі 5).

На огляді при дослідженні хребта обстежуваний стає спиною до лікаря, його просять нагнути голову дещо вперед, кладуть два пальці (другий і третій) на остисті відростки шийних хребців і, сильно натискаючи, але не до болю, проводять по них пальцями зверху вниз. Від тиску виникає біла або червона лінія, за якою дізнаються, чи є викривлення. Додаткову інформацію про бокові викривлення хребта отримують при нагинанні обстежуваного вперед з опущеними головою і руками. При нагинанні вперед визначається плавність дуги зігнутого хребетного стовпа, черговість включення хребетних сегментів у русі послідовного згинання хребта від шийного відділу до попереково-крижового. Саме з цього положення при огляді зі сторони спини частіше виразніше визначаються бокові згини й інші деформації хребта, асиметрії ребер і м'язових валиків, розміщених уздовж хребта. Якщо при максимальному нахилі вперед і в положенні сидячи (чи лежачи) бокові згини хребта повністю випрямляються (згладжуються), то причина такого викривлення криється не у хребті, а в інших структурах опорно-рухового апарата (зміни в ділянці таза, вкорочення довжини ноги й ін.). Таке викривлення хребта іноді називають функціональним.

Збереження поперекового лордозу при нагинанні вперед свідчить про порушення послідовності включення у рух певних груп м'язів, що може бути наслідком різної патології як хребта і таза, так і внутрішніх органів.

Розвиток опорно-рухового апарата оцінюють і за характером присідання обстежуваного. Він виконує присідання



з положення стоячи, його ноги разом або на ширині стопи, руки піднімаються вперед до горизонталі, п'яти не відриваються від підлоги. Відхилення таза чи корпусу вліво або вправо під час присідання, а також неможливість присісти, не відриваючи п'ят від підлоги, дозволяють запідозрити наявність певних морфологічних порушень у різних відділах опорно-рухового апарата (вроджені й набуті обмеження рухомості в різних суглобах, функціональні обмеження рухомості в різних відділах хребта і таза, дисбаланс м'язів тазового поясу і нижніх кінцівок).

Поперечні нахили тулуба в сторони дозволяють виявити порушення плавності кривизни лінії остистих відростків, що свідчить про наявність морфо-функціональних змін хребта.

Доцільним є проведення тесту "на випередження": обстежуваний, стоячи спиною до лікаря, який, поклавши подушечки перших пальців безпосередньо на задні верхні ості клубових кісток з обох боків, нахиляється вперед. При обмеженні рухомості в ділянці крижово-клубового з'єднання ость на боці блокування здійснює рух угору швидше і в більшому обсязі, ніж на здоровій стороні.

Функціональні порушення в ділянці таза можна виявити, оцінюючи симетричність ямочок на шкірі на рівні задньої верхньої клубової ості та симетричність стояння клубових кісток за допомогою пальців, розміщених на їх гребенях. Зміна нормального положення таза може вказувати на сколіотичну деформацію хребта, дисбаланс м'язів у ділянці таза або явну невідповідність у довжині ніг.

Розрізняють прості сколіози (хребет має одну дугу викривлення) і складні (декілька викривлень). До складних відносять S-подібні і трійні сколіози, що мають три дуги викривлення (рис. 2.2). Залежно від того, в якому відділі хребта знаходять сколіоз і куди спрямована випукла частина дуги викривлення, їх називають правобічними і лівобічними. За



вираженістю сколіози поділяють на три ступені. Перший ступінь – функціональна форма: при напруженні мускулатури і положенні руки за головою сколіоз зникає. Другий ступінь – проміжна форма: при активній нарузі м'язів спини сколіоз залишається. Випрямлення хребта досягається тільки при його витягуванні вагою тіла (при висі). Третій ступінь – фіксована форма: характеризується стійкою деформацією хребта і грудної клітки з різко вираженим скручуванням хребців і появою т. зв. реберного горба – з боку випуклості дуги викривлення ребра западають, з іншого боку вони припідняті.

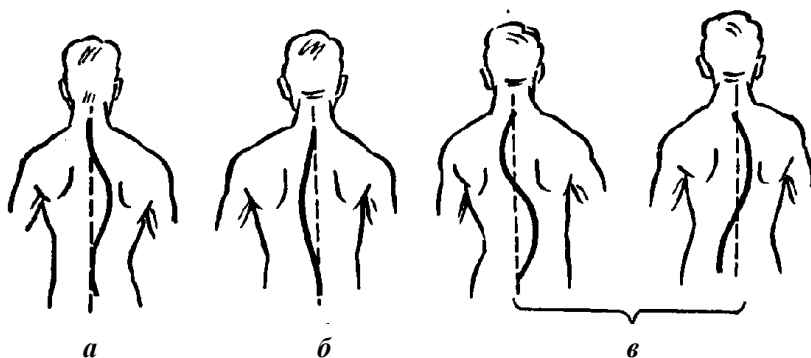


Рис. 2.2. Види сколіозів:

a – правобічний; *б* – лівобічний; *в* – S-подібний

Асиметрія пліч і бокові викривлення хребта призводять до порушення пропорційності трикутників талії – простору між ліктьовим суглобом вільно опущеної руки і талією (рис. 2.3). Неоднакова величина трикутників талії з обох боків свідчить про сколіоз або асиметрію пліч.

Виражені сколіози можуть у більшій мірі, ніж при порушеннях постави, негативно впливати на функцію серцево-судинної і дихальної систем. При сколіозах, кіфозах та інших викривленнях відбуваються зміни постави. Іноді



заняття певними видами спорту, рання спеціалізація (гімнастика, штанга тощо) призводять до розладів функції хребта і м'язового дисбалансу, що знижує працездатність людини загалом.

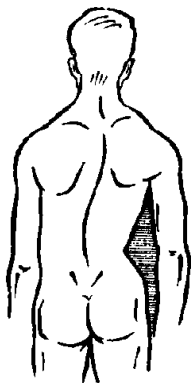


Рис. 2.3.
Трикутник
талії

Форма грудної клітки, у відповідності з конституційними типами, існує трьох видів: нормостенічна, астенічна і гіперстенічна. Частіше зустрічається грудна клітка змішаної форми.

Нормостенічна форма грудної клітки характеризується пропорційністю відношень між передньо-задніми і поперечними її розмірами, над- і підключичні простори помірно виражені. Лопатки щільно прилягають до грудної клітки, міжреберні простори виражені не різко. Надчеревний реберний кут наближається до прямого і рівний приблизно 90° .

Астенічна форма грудної клітки достатньо пласка, оскільки передньо-задній розмір зменшений по відношенню до поперечного. Над- і підключичні простори западають, лопатки випинаються від грудної клітки. Край X-го ребра вільний і легко визначається при пальпації. Надчеревний кут гострий – менший за 90° .

Гіперстенічна форма грудної клітки. Передньо-задній діаметр її більший від нормостенічного, а тому поперечний розріз ближчий до кола. Міжреберні проміжки вузькі, над- і підключичні простори слабо виражені. Надчеревний кут тупий – більше за 90° .

При доброму фізичному розвитку грудна клітка має зазвичай нормостенічну або гіперстенічну форму, при слабкому розвитку – астенічну. Іноді форми грудної клітки дослідники класифікують на пласку, циліндричну, конічну і змішану.



Патологічні форми грудної клітки розвиваються під впливом деяких хвороб або при деформації скелету, у процесі професійної діяльності. Наприклад, емфізематозна (діжкоподібна) – при захворюваннях легень, воронкоподібна – у шевців, асиметрична – при рахіті тощо.

Форма живота залежить від стану м'язів черевної стінки і розвитку жирового шару (рис. 2.4). За формою живіт вирізняють прямий, впалий і округлий. При нормальній формі черевна стінка дещо випинається і добре видимий рельєф мускулатури. Слабкий розвиток м'язів черевної стінки може призвести до відвисання живота. В осіб з добре розвинутою мускулатурою при незначних жирових відкладеннях живіт прямий або дещо втягнений.

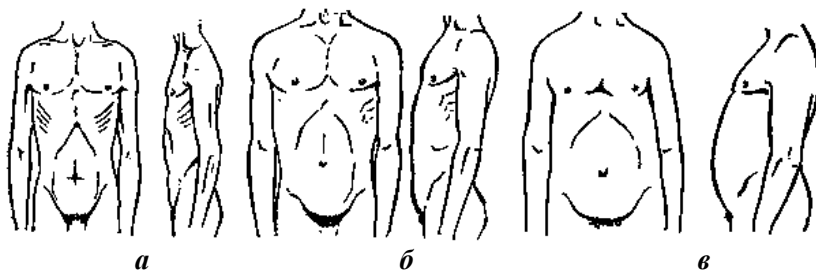


Рис. 2.4. Форми грудної клітки і живота:

a – астенична грудна клітка і впалий живіт; *б* – нормостенічна грудна клітка і прямий живіт; *в* – конічна грудна клітка і округлий живіт

Зміщення пупка від серединної лінії при відсутності оперативних втручань на передній черевній стінці чи органах черевної порожнини може бути причиною асиметричної зміни тону м'язів живота.

Форма ніг. Розрізняють нормальну, Х-подібну та О-подібну форму ніг (рис. 2.5). Ноги вважаються прямими, або нормальної форми, коли при стійці "струнко", але без особливого напруження м'язів відбувається змикання стегон,



колін, гомілок і п'ят із невеликим просвітом нижче колін або над внутрішніми щиколотками. О-подібна кривизна (варусна деформація ніг) – це деформація кісток гомілки, через яку форма ніг набуває вигляду літери "О" і проявляється незмиканням колін: надколінок знаходиться назовні від лінії, проведеної від передньої клубово-остистистої (ilio-spinale anterius) точки до основи розрізу між першим і другим пальцями стопи. Х-подібна кривизна (вальгусна деформація ніг) – деформація кісток гомілок, в силу якої ноги не змикаються в ділянці щиколоток і стоп, а надколінок знаходиться до середини від лінії. Ступінь Х- і О-подібності визначається за допомогою спеціального трикутника, який просовується між внутрішніми щиколотками або колінами (рис. 2.6, 2.7, 2.8).

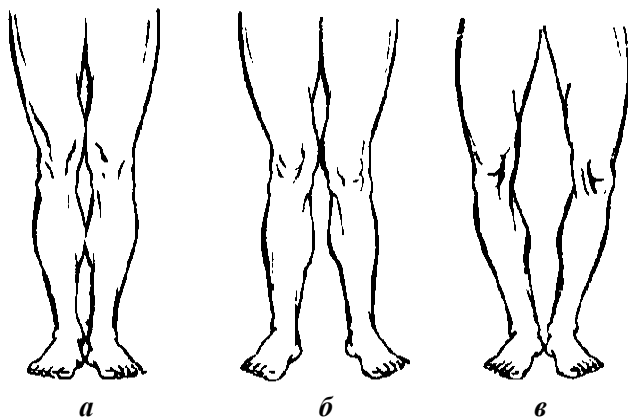


Рис. 2.5. Форма ніг:

а – нормальна; *б* – Х-подібна; *в* – О-подібна

Несправжня кривизна – це естетично несприятливе розподілення м'яких тканин гомілки, при якому можлива корекція за допомогою спеціального комплексу фізичних вправ.



Відхилення надколінка від серединної лінії свідчить про суттєву різницю тонуусу різних головок чотириголового м'яза стегна.

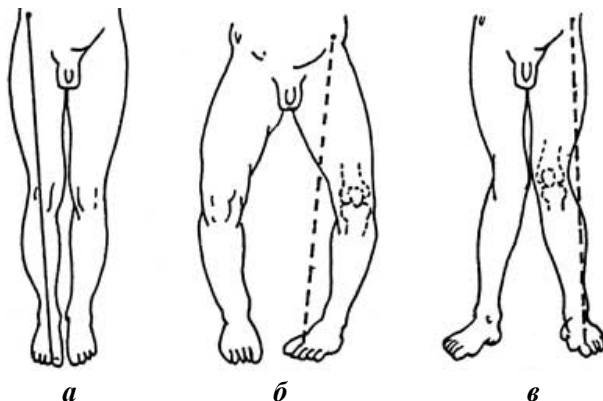


Рис. 2.6. Визначення форми ніг за прямою, проведеною від передньої клубово-остистистої (ilio-spinalis anterior) точки до основи розрізу між першим і другим пальцями стопи:

- a* – пряма форма ніг, надколінок знаходиться посередині лінії;
- б* – О-подібна кривизна (варусна деформація ніг);
- в* – Х-подібна кривизна (вальгусна деформація ніг)

Рис. 2.7. Визначення форми ніг за внутрішнім просвітом між ними:

- a* – О-подібна кривизна (варусна деформація ніг);
- б* – Х-подібна кривизна (вальгусна деформація ніг);
- в* – несправжня кривизна

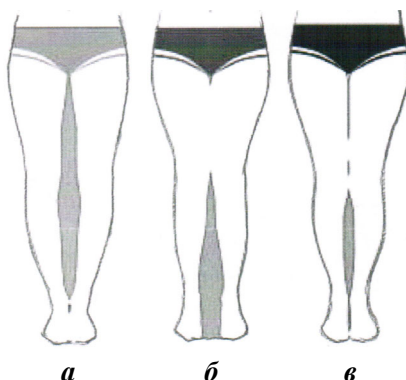




Рис. 2.8. Світлини форм нижніх кінцівок:

- a* – пряма; *б* – пряма з просвітом між стегнами;
в – пряма з просвітом між колінами; *г* – вальгусна;
д – вальгусна з просвітом між стегнами; *е* – вальгусна з просвітом між колінами;
ж – варусна ромбоподібна;
з – варусна трапецієподібна

Форма стопи. Розрізняють нормальну, сплюснену і плоску стопу. Визначення форми стопи здійснюють за дослідженням склепіння стопи. При огляді обстежуваному пропонується розставити ноги, поставивши босі (без шкарпеток) стопи паралельно: якщо внутрішня частина стоп не торкається підлоги, це свідчить про нормальне склепіння стопи. Потім обстежуваному пропонують стати колінами на стілець і розглядають підшову стопи. У нормі пігментованіша частина стопи повинна складати не менше за 1/3 від усієї її ширини. При сплюсненій стопі ця частина більша за 1/3 ширини стопи, а при плоскій – поширюється на всю ширину стопи. При точнішому визначенні форми стопи робиться відбиток на папері (плантограма) за допомогою змивної фарби, подометром і рентгенографічно з обов'язковим навантаженням стопи.



Для виготовлення плантограм найпростішим методом обстежуваний стає на товсту тканину чи повсть, змочену 10 % розчином півторахлористого заліза (можна використовувати суміш гліцерину, спирту, чорнил для авторучок у пропорції 1:1:1 або суміш друкарської фарби з машинним маслом), а потім – на листок паперу, оброблений 10 % розчином танину у спирті. На папері з'являється темний відбиток стопи. Сучасними методами дослідження стопи є дзеркальні плантоподоскопи і цифрові (комп'ютерні) пантографи (рис. 2.9).



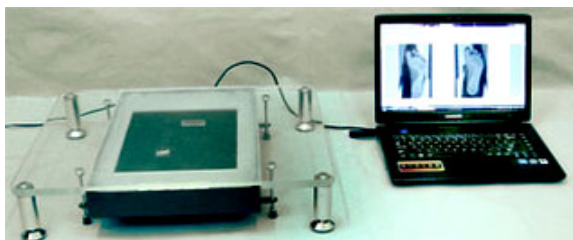
a



б



в



г

Рис. 2.9. Прилади для дослідження стопи:

a, б – варіанти моделей чорнильних плантографів; *в* – універсальний дзеркальний (оптичний) плантоподоскоп конструкції С. Кузнецова; *г* – цифровий (комп'ютерний) пантограф

Подометр – прибор для вимірювання стопи. Конструктивно подометр складається з опорного майданчика і бігунків,



що рухаються, – один уздовж опорного майданчика, другий – уздовж першого бігунка. Взаємне переміщення бігунків дозволяє виміряти довжину, ширину, висоту стопи, а також висоту склепіння (більше про дослідження стопи див. у Розділі 5).

Особлива увага при обстеженні опорно-рухового апарата у спортсменів повинна звертатися на виявлення його вроджених аномалій розвитку, які в умовах напруженої м'язової діяльності провокують виникнення специфічних пошкоджень і захворювань. До них, у першу чергу, відносяться аномалії розвитку хребта, різна довжина ніг, викривлення ніг, зміна величини склепіння стопи (плоскостопість, порожнинна стопа), пронація стопи (поворот стопи до середини при бігу) та ін.

Справжню довжину ноги у спортсменів вимірюють у положенні лежачи на спині: реєструється віддаль від великого вертела до медіальної щиколотки (у 3/4 людей ліва нога довша від правої в середньому на 0,8 см). Довша нога частіше є поштовховою у стрибунів у висоту (більший важіль), а в футболістів, навпаки, при опрацюванні м'яча й ударі по ньому частіше використовується коротша нога (менша довжина важеля дозволяє швидше виконувати рухи, фінти, а довша нога є опорою).

Розвиток мускулатури оцінюють за такими критеріями: добрий, задовільний, слабкий. Визначають рівномірність її розвитку і рельєфність, тобто вираженість рельєфу м'язів. Ступінь розвитку мускулатури вивчають за силою окремих м'язових груп (див. Розділ 5).

Розвиток підшкірної жирової клітковини визначають на спині обстежуваного під нижнім кутом лопатки і на животі на рівні пупка справа і зліва. Великим і вказівним пальцями береться у складку ділянка шкіри з підшкірною жировою кліт



ковиною у 5 см. Розрізняють нормальне (помірне), понижене (слабке) і підвищене (надмірне) живлення. При пониженому живленні пальці дослідника легко прощупують один одного, кістковий і м'язовий рельєфи добре проглядаються. При нормальному живленні шкірна складка береться вільно, але кінці пальців прощупують один одного гірше, кістковий і м'язовий рельєфи злегка згладжені. При підвищеному живленні шкірна складка береться з трудом, кістковий і м'язовий рельєфи згладжені.

Після огляду обстежуваному пропонують виконати рухи в різних суглобах, амплітуда рухів яких вимірюється гоніометром.



Розділ 3. АНТРОПОМЕТРІЯ

Антропометрія (від гр. *Anthropos* – "людина", *metreo* – "вимірюю") – метод вивчення людини, базований на вимірюванні морфологічних і функціональних ознак фізичного розвитку її тіла, який доповнює дані зовнішнього огляду. У процесі дослідження фізичного розвитку людини, поряд із даними, отриманими інструментальними методами, враховуються й описові (антропоскопічні) показники.

Результати антропометрії як методу дослідження будови тіла широко використовуються в різноманітних сферах людського життя, наприклад, під час призову на військову службу, відбору космонавтів, у промисловості в проектуванні шкільних парт, меблів, у пошитті одягу і взуття, розробленні дизайну салону автомобіля і навіть космічного корабля чи орбітальної станції. Спеціальним видом антропометрії є вимірювання таза тазометром в акушерській практиці, археологи за результатами краніометрії реконструюють образ людини за викопними рештками, художники і скульптори – за пропорціями, велике значення краніометрії в криміналістиці, судовій медицині тощо.

У спорті антропометрія широко застосовується для вирішення практично важливих питань під час обстеження фізичного розвитку та відбору спортсменів. Для тренерів



і спортсменів антропометричні дані важливі, оскільки дозволяють постійно стежити (моніторувати) за особливостями фізичного розвитку, рекомендувати початківцям спортсменам займатися тим чи іншим видом спорту, а також індивідуально планувати навантаження, оцінюючи результати тренувань.

Антропометричний метод є важливим й у дослідженні змін людського організму, що розвивається, і відповідності його фізичного розвитку параметрам вікової групи. Серед численних об'єктів, що вивчаються у спортивній антропології, найбільшу увагу звертають на тотальні розміри тіла, пропорції тіла і метаболічно активні фракції складу маси тіла. До тотальних розмірів тіла відносять просторові і масові (маса тіла в кілограмах), до просторових – лінійні (довжина тіла й окружність грудної клітки в сантиметрах), об'ємні (об'єм тіла в кубічних метрах) і поверхневі (абсолютна поверхня тіла в квадратних метрах). Необхідно знати й співвідношення тотальних розмірів тіла.

Вивчаючи пропорції тіла, виділяють тип пропорцій, повздовжні цілі й часткові розміри тіла, поперечні окружні розміри його сегментів (наприклад, у верхній кінцівці – плеча, передпліччя, у нижній кінцівці – стегна, гомілки), а також відповідність розмірів сегментів тіла, орієнтованих у різних площинах.

Важливими є метаболічно активні фракції складу маси тіла при визначенні тренуваності, прогнозування спортивного результату, адаптації до фізичних навантажень і здатності до відновлення після них.

Основним методом оцінки особливостей будови тіла людини є антропометричний метод, який передбачає визначення повздовжніх, глибинних, поперечних окружних розмірів тіла, його маси, товщини шкірно-жирових складок.

Антропометричні дослідження потрібно проводити за уніфікованою методикою, прийнятою у всіх країнах,



ретельно дотримуватися техніки вимірювань. Відхилення від правил призводить до неточностей і незіставлюваності отриманих показників із даними інших дослідників, через що ці відомості втрачають цінність. Для отримання об'єктивних даних строго рекомендується проводити дослідження (вимірювання) одній людині, що суттєво знижує можливість помилки. Думка про простоту техніки вимірювань хибна. Вимагається дотримання найдрібніших указівок інструкцій знаходження антропометричних точок, розміщення інструмента при вимірюваннях, одноманітність прийомів вимірювань. Отримання точних і в подальшому порівнюваних результатів можливе, коли вимірювання проводяться або між певними точками на тілі людини, або за точно окресленими межами на м'яких тканинах.

Під час проведення антропометричних досліджень потрібно дотримуватися певних вимог, що забезпечують не тільки точність результатів, але й можливість їх порівняння.

1. Дослідження повинні проводитися в один і той самий час доби – бажано в першу половину дня (оскільки на кінець дня повздовжні розміри тіла можуть зменшуватися). Особливо важливо враховувати це правило при повторних дослідженнях.

2. Ділянки тіла, на яких проводяться вимірювання, мають бути повністю оголені. Обстежуваний стоїть на жорсткій рівній площадці босим або в тонких шкарпетках. У зв'язку з цим температура в приміщенні, де проводиться дослідження, повинна бути не нижче від 18–20 °С.

3. На весь період обстеження (особливо повздовжніх розмірів) потрібно забезпечити постійність пози обстежуваного: стоячи, тулуб випрямлений, руки вільно опущені, коліна випрямлені, п'яти зближені, а носки злегка розведені в сторони, живіт дещо підібраний, голова в положенні очно-



вушної горизонталі, коли нижній край правої очної ямки і козелкова точка вуха перебувають на одному рівні. Виняток складає вимірювання дітей у віці до трьох років – воно проводиться в лежачому положенні дитини на горизонтальній площині (столі, дошці й т. ін.).

4. Обстеження не повинно бути тривалим за часом.

5. Необхідно дотримуватися точності вимірювань. Межі припустимих відмінностей для більшості розмірів не мають перевершувати 2–3 мм при дво- або триразовому вимірюванні (для довжини тіла допускається різниця між двома вимірюваннями в 4 мм). У протоколі обстеження заносяться середні величини з найбільш близьких результатів вимірювань.

6. До початку проведення обстеження повинні бути розроблені програма вимірювань і форма протокольних записів, куди заносяться результати обстеження. Ведення протоколу помічником, який швидко і грамотно заповнює його, прискорює проведення масових обстежень.

7. Обстеження необхідно проводити стандартними, вивіреними інструментами.

3.1. Антропометричні інструменти

До антропометричного інструментарію відносяться:

1) металевий штанговий розбірний антропометр системи Мартина, що одночасно може служити як штанговий циркуль;

2) дерев'яний станковий ростометр;

3) великий і малий товстотні циркулі;

4) циркуль з однією ковзаючою ніжкою;

5) міліметрові (металева, полотняна, пластикова) стрічки довжиною до 1,5–2 м;

6) ваги медичні з точністю вимірювання до 50 г;

7) каліпер;



- 8) динамометр (кистьовий, становий);
- 9) гоніометри;
- 10) стопометри.

Інструмент, за допомогою якого виконуються вимірювання, повинен щомісячно перевірятися метрологом.

Металевий штанговий розбірний антропометр системи проф. Р. Мартина (Martin, 1864–1925) (рис. 3.1) і дерев'яний станковий ростометр (рис. 3.2) дозволяють із високим ступенем точності (до 0,2–0,5 см) визначити довжину тіла обстежуваного в положенні стоячи чи сидячи. Крім того, за допомогою металевого антропометра можна визначити повздовжні розміри тіла (довжину плеча, передпліччя, кисті, всієї верхньої кінцівки, стегна, гомілки, всієї нижньої кінцівки тощо), чого не можна зробити дерев'яним ростометром.

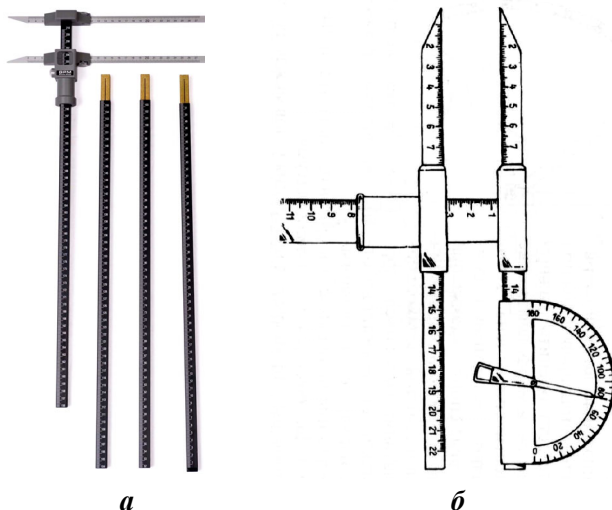


Рис. 3.1. Металевий штанговий антропометр конструкції Р. Мартина в розібраному вигляді (*а*); верхня частина антропометра Р. Мартина з закріпленим гравітаційним гоніометром для вимірювання кутових характеристик рухів у суглобах (*б*)



Прилад для вимірювання висоти тіла називають ростометром. Він складається з нерухомо закріпленої строго вертикальної шкали з точністю вимірювання 0,1 см і рухомої по ній горизонтальної планки, яка може розміщуватися на голові для визначення найвищої точки тіла.

Медичні ваги можуть бути механічними й електронними з цифровим дисплеєм (рис. 3.3, 3.4). До них додається штанга ростометра. Існує велика кількість моделей ваг – від найпростіших до універсальних із різноманітними функціями. Принцип дії електронних ваг полягає у вимірюванні вихідного сигналу тензорезисторного датчика, який змінюється в залежності від сили тяжіння зважуваного об'єкта, перетворенні його в цифрову форму, в подальшому обробленні цифрового сигналу і відображенні на дисплеї ваг.

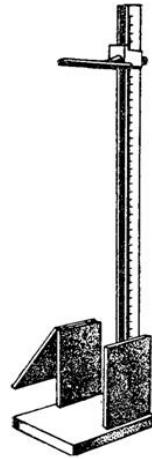


Рис. 3.2. Загальний вигляд дерев'яного станкового ростометра

Товстотний і штанговий, з ковзаючою ніжкою, циркулі використовуються для визначення наскрізних розмірів, тобто віддалі між двома точками в проекції на лінію, паралельну вимірювальній осі (рис. 3.5, 3.6). Товстотні циркулі, на відміну від штангових із ковзаючою ніжкою, мають дугоподібно вигнуті ніжки, що дозволяють вимірювати віддаль між точками тіла і не можуть бути зафіксовані прямими ніжками штангового циркуля. Товстотні циркулі бувають із заокругленими й загостреними робочими краями та двох розмірів шкал лінійки: на 300 і на 600 мм. Поділки, нанесені на лінійку, вказують у міліметрах віддаль між розведеними кінцями ніжок циркуля. Існує багато модифікацій вимірювальних циркулів (рис. 3.7).



Рис. 3.3. Механічні медичні ваги з ростометром:

а – загальний вигляд ваг;
б – штанга для вимірювання зросту



Рис. 3.4. Різні варіанти медичних ваг із цифровим дисплеєм:

а – ваги медичні "Масса-К ВЭМ-150" на 200 кг;
б – ваги медичні персональні на 150/200 кг із ростометром;
в – ваги медичні персональні на 150/200 кг без ростометра

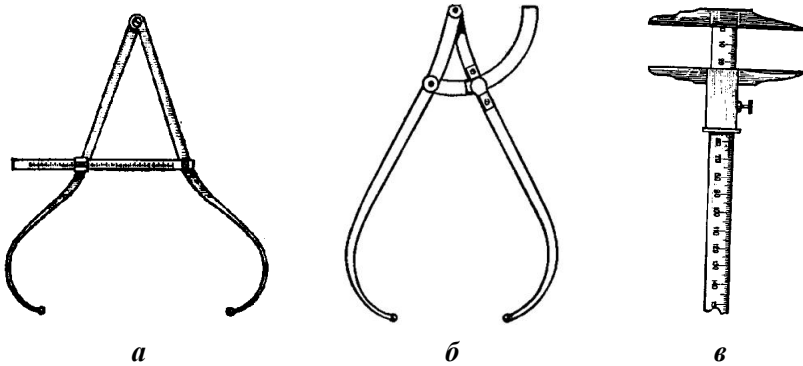


Рис. 3.5. Варіанти товстотних циркулів (а, б) і штанговий циркуль із ніжкою, що ковзає (в)

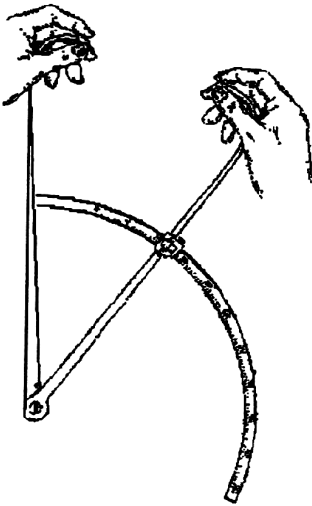


Рис. 3.6. Тазометр і положення рук при вимірюванні розмірів

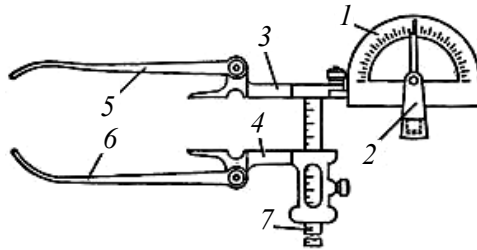


Рис. 3.7. Комбінований циркуль Гамбурцева:
1 – гоніометр; 2 – висок; 3 – нерухома (верхня) губа приладу; 4 – пересувна (нижня) його губа; 5, 6 – рухомі верхня і нижня ніжки



Міліметрові металеві, пластикові чи полотняні вимірвальні стрічки до 2 м довжиною (рис. 3.8) застосовуються для визначення периметрів (окружностей) тіла і його сегментів.



Рис. 3.8. Варіанти полотняних (*а*), пластикових (*б, в*) і металевих (*г*) міліметрових вимірвальних стрічок

Каліпер служить для вимірювання товщини шкірно-жирових складок (рис. 3.9, 3.11). Цей прилад має спеціально відтаровану пружину, яка дає можливість у кожному конкретному випадку виконувати ідентичний тиск на складку [за Брожеком (1960), він складає 10 г на 1 мм² поверхні шкіри] (рис. 3.10). За товщиною шкірно-жирової складки можна оцінювати ступінь розвитку і локалізації жирових відкладень.

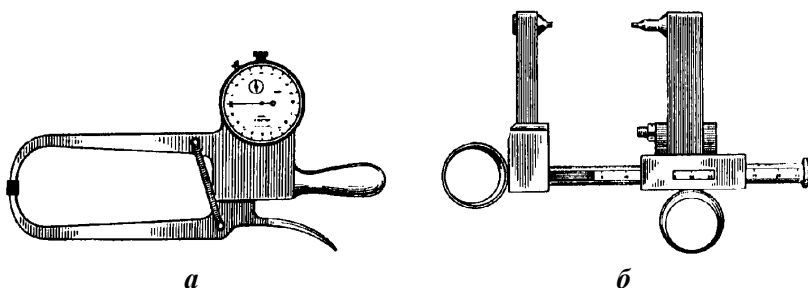


Рис. 3.9. Варіанти пружинних каліперів:
а – зі шкалою годинникового типу; *б* – з ніжкою, що ковзає, з лінійною шкалою

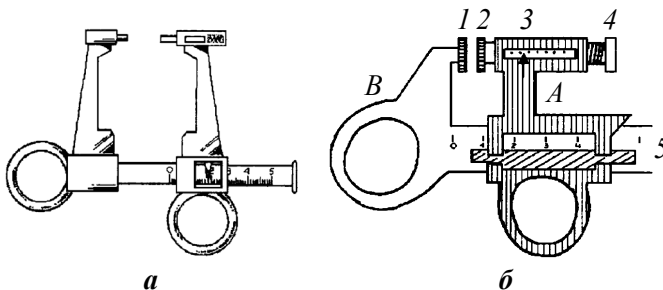


Рис. 3.10. Схема будови пружинних каліперів:

a – каліпер із постійним тиском при вимірюванні шкірно-жирових складок; *б* – каліпер, розроблений Р. Дороховим (1968):

A – рухома частина каліпера; *B* – база каліпера;

1, 2 – контактні площадки, площа – 90 мм²; 3 – патрон із відтарованою пружиною; 4 – таровочний гвинт; 5 – планка ноніуса



Рис. 3.11. Сучасні варіанти каліперів:

пружинні з дуговою (*a*) і лінійною шкалами (*б*); індивідуальний (*в*), електронні цифрові – КЭЦ-100 (*г*) і КЭЦ-100-1 И-Д (*д*)



Динамометри (кистьовий, становий) використовуються для вимірювання сили не тільки м'язів-згиначів кисті і м'язів-розгиначів тулуба, але й багатьох інших груп м'язів (рис. 3.12). Визначення сили окремих груп м'язів дозволяє оцінити топографію сили м'яза людини і, зокрема, спортсменів різних спеціалізацій.

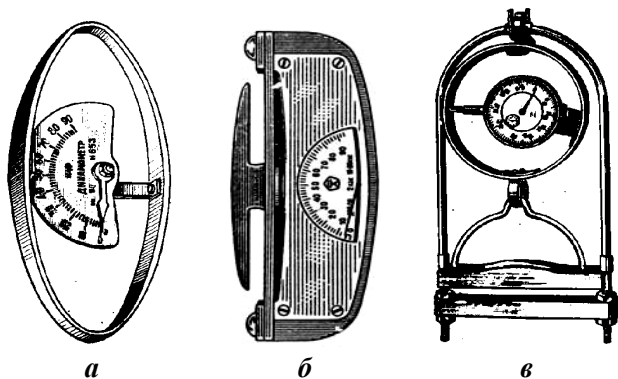


Рис. 3.12. Варіанти динамометрів:

- a* – найпростіший кистьовий пружинний динамометр;
- б* – кистьовий плоскопружинний динамометр ДРП-90;
- в* – динамометр В. Абалакова з індикатором годинникового типу

Динамометри типу ДРП – динамометр ручний плоскопружинний (рис. 3.12,*б*) – випускалися в кількох модифікаціях: ДРП-10 – для дітей молодшого шкільного віку й ослаблених хворих із хворобами опорно-рухового апарата; ДРП-30 – для дітей шкільного віку; ДРП-90 – для дорослих; ДРП-120 – для спортсменів.

Дитячі динамометри (рис. 3.13) розроблені спеціально для вимірювання м'язової сили кисті руки дитини (такий пристрій відрізняється від дорослого зменшеним корпусом, призначений для дитячої руки).

Кистьові динамометри типу ДК випускаються в модифікаціях: ДК-25, ДК-50; ДК-100, ДК-140.



Динамометри для вимірювання сили м'язів розгиначів спини називають становими, що нині випускаються в різних модифікаціях (рис. 3.14, 3.15).

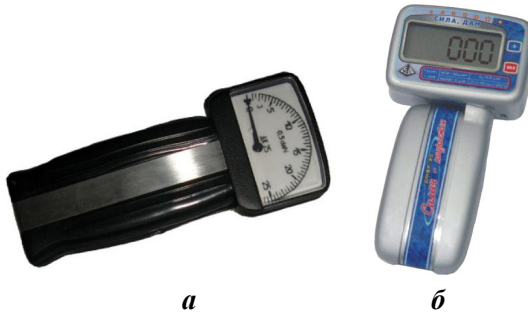


Рис. 3.13. Сучасні кистьові динамометри для дітей:
а – пружинний з індикатором циферблатного типу ДК-25;
б – дисплейного типу ДМЭР-30-0,5

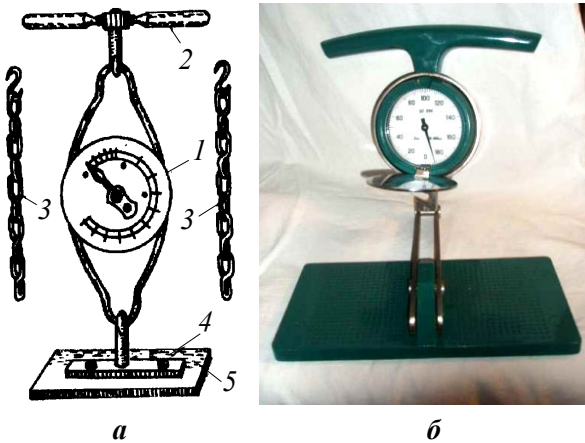


Рис. 3.14. Варіанти станових динамометрів:
а – традиційний становий динамометр: 1 – динамометр;
2 – руків'я з гачком; 3 – ланцюг; 4 – планка з гачком; 5 – дошка
для закріплення планки з гачком;
б – сучасний становий динамометр типів ДС – 200 і ДС-500



Динамометрична система (рис. 3.15) призначена для об'єктивного визначення сили м'язів спини і ніг дорослої людини, зручна в роботі й включає динамометр із діапазоном вимірювання від 23 до 272 кілограмів (50–600 фунтів), 122-сантиметровий (4-фунтовий) ланцюг, міцну алюмінієву ручку для піднімання із зручним захопленням і платформу (61×61 см). Система портативна: транспортна вага – приблизно 18 кг (40 фунтів) і невеликих габаритів – 69×66×38 см (27×26×15 дюймів).



Рис. 3.15. Динамометрична система станової і ніжної сили моделі АА86139

Комплексне дослідження різних м'язових груп тіла людини здійснюють на динамометричних установках (рис. 3.16).

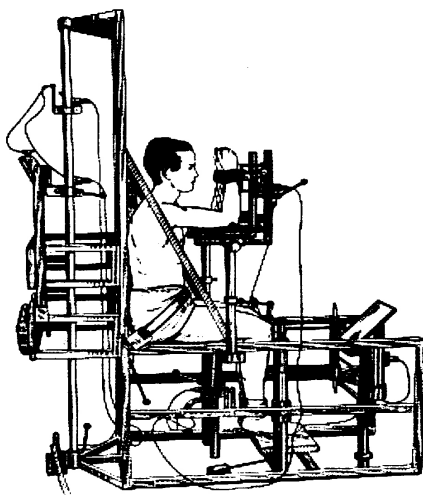


Рис. 3.16. Динамометрична установка для вимірювання сили різних м'язових груп

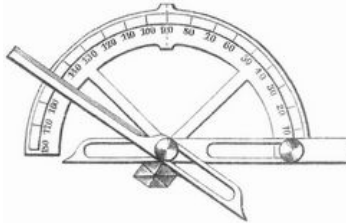
Гоніометри (Моллізона, Гамбурцева, Сермеєва, Яцкевича) – прилади для визначення рухомості в суглобах у градусах (рис. 3.18, 3.19). Сумарна рухомість у всіх досліджуваних суглобах дозволяє характеризувати таку фізичну якість людини як гнучкість. У різний час були запропоновані механічні циркулі-гоніометри, гравітаційні й електричні гоніометри. Історично людство давно використовує механічні прилади для ви-



мірювання кутів, побудованих за принципом транспортира (рис. 3.17).



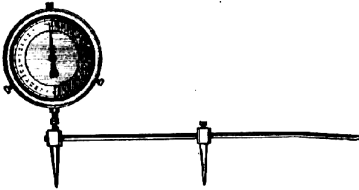
a



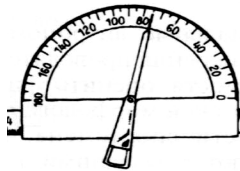
б

Рис. 3.17. Історичні варіанти гоніометрів:

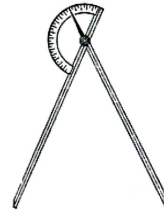
a – гоніометр, виготовлений Develey le Jeune у Лозані в XVIII–XIX ст.; *б* – гоніометр, винайдений у XVIII ст. Каранжо



a



б

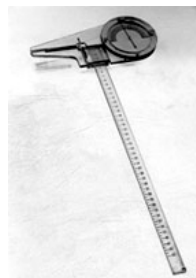


в

Рис. 3.18. Варіанти гоніометрів:

a – з індикатором годинникового типу; *б* – із вимірювальною шкалою за типом транспортира з гравітаційно-маятниковою стрілкою; *в* – кутомітр транспортирного типу

Рис. 3.19. Зовнішній вигляд гоніометра В. Гамбурцева (1972)





Сучасні гоніометри виготовляють механічного (транспортного, годинникового, гравітаційного), електричного (дисплейні чи цифрові) або лазерного типів, металевими і пластиковими (рис. 3.20, 3.21). У залежності від величини одні з них призначені для вимірювання кутів обсягу рухів у великих і середніх суглобах, а інші, менші, – для пальців і маленьких суглобів.

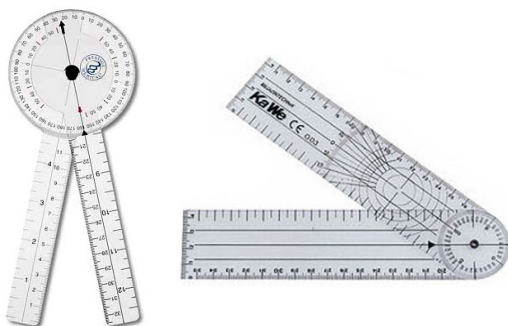


Рис. 3.20. Сучасні варіанти медичних гоніометрів, виготовлених із пластика

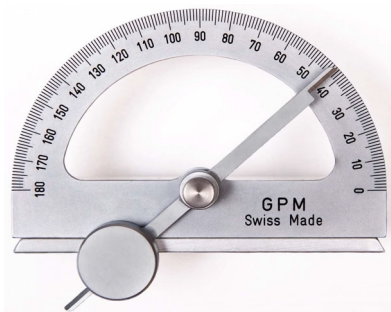


Рис. 3.21. Сучасний металевий гравітаційний гоніометр транспортного типу (гоніометр Моллісона)

Гоніометр Моллісона складається з транспортира із градуйованими поділками і закріпленої гвинтом у центрі стрілки, в основі якої розміщений висок (рис. 3.21). Розмах (діапазон) шкали транспортира – 0–180°. Конструкція гоніометра дозволяє нерухомо прикріплювати його до ніжок штангового антропометра, на ковзному або товстотному циркулі. Для



цього, щоб визначити кут певних ліній, потрібно встановити гострі кінці ніжок циркуля на крайніх точках однієї лінії горизонтально, а стрілку – вздовж осі іншої лінії: шкала транспортира покаже величину кута. Корпус гоніометра виготовлений зі сталі, його вага 0,115 кг.

Окрім описаних, існує багато інших модифікацій гоніометрів, а серед них – Сермеєва, Яцкевича – гравітаційного і комплексного типів, кутомір Лейтона для вимірювання амплітуди руху в суглобах. Принцип роботи всіх цих приладів полягає у вимірюванні кута між повздовжньою віссю якогонебудь плеча і вертикаллю чи горизонталлю, проведеною з проекційної точки осі суглоба. Будова гравітаційного гоніометра проста: кругова шкала кутометра, в центрі якої закріплена стрілка (з противагою для постійного утримування вертикального положення), яка дозволяє точно виміряти кут руху в суглобі. З часом ця стрілка була з'єднана з потенціометром, а той – із гальванометром. Отже, найменша зміна положення стрілки реєструвалася у вигляді кутових характеристик на шкалі приладу.

Одним із варіантів гравітаційного гоніометра є ротатометри різних конструкцій, вимірювальна шкала яких має вигляд кругового транспортира, а експлуатаційні можливості наступні:

- ці прилади придатні для вимірювань тільки у вертикальній площині (сагітальній і фронтальній);
- використовуються для вимірювання кутів відхилень ланок, з'єднаних із великими суглобами;
- вимірювання можуть проводитися в умовах статички або під час односпрямованих рухів без різких зупинок.

За допомогою ротатометра вимірюється обсяг ротаційних рухів у суглобах (рис. 3.22). Дві висувні бранші приладу встановлюються вздовж сегмента кінцівки (і за потреби фіксуються ременем), ротацію якої досліджують.



Одним з методів оцінки фізичного розвитку і будови тіла є метод фотографування спортсмена в положенні стоячи з різних проєкцій на тлі спеціальної морфометричної сітки.



Рис. 3.22. Зовнішній вигляд ротатометра

В останні роки з'явилися сканери тривимірної моделі людини – пристрою вебантропометрії. Команда зі спеціалістів лабораторії інтелектуальних матеріалів і систем Тартуського університету, центру робототехніки Талліннського технічного університету і компанії Human Solutions GmbH розробила варіант віртуальної примірочної за чотирма антропометричними розмірами: зросту, окружності шиї, талії і зап'ясть (рис. 3.23). Можливо, в майбутньому такі установки використовуватимуться для визначення антропометричних параметрів людини ширше, а не тільки в якості примірочних для пошиття одягу, в тому числі й спортивного (наприклад, спортивної форми для футболістів донецького "Шахтаря").



Рис. 3.23. Установа для вебантропометрії



3.2. Антропометричні положення тіла і точки

Потрібно зважати й на те, що досліджувані розміри суттєво залежать від положення обстежуваного, а тому всі вимірювання проводяться в антропометричній стійці. Розрізняють три види положення тіла стоячи:

- антропометричне;
- спокійне;
- напружене.

Антропометричним вважають положення, вихідне для різних вимірювань (звичайно для визначення довжини тіла ростометром). При цьому тіло випрямлене і дещо відведене назад. Вісь центру тіла знаходиться приблизно в тій же фронтальній площині, в якій лежать поперечні осі головних суглобів кінцівок (плечового, ліктьового, кульшового, колінного, гомілковостопного) і центру тяжіння окремих ланок тіла (голови, тулуба і кінцівок). Обстежуваний стоїть на рівній горизонтальній поверхні прямо, без напруги, голова розміщена так, щоб на одній горизонталі знаходився козелок вуха і зовнішній кут ока (очно-вушна горизонталь), руки опущені вздовж тіла, пальці випрямлені, ноги прямі, п'яти зведені, а носки злегка розведені. Вимірювання кожної людини рекомендується проводити двом спеціалістам, один з яких здійснює процедуру, а другий – записує і слідкує за дотриманням обстежуваним правильної пози, а також за положенням інструментів при вимірюваннях. Обстеження бажано проводити вранці до сніданку після випорожнення кишечнику. Під час дослідження рухомості в суглобах, сили окремих груп м'язів, величини шкірно-жирової складки температура повітря в кімнаті повинна бути в межах від +18 до +22 °С. Обхватні розміри кінцівок, силу і тонус скелетних м'язів не можна вимірювати відразу після тренувальних занять.



У спортивній антропометрії розміри тіла поділяють на *повздожні, поперечні* (діаметри) й *обхватні*. Усі вимірювання людського тіла проводять тільки між певними пунктами, що отримали назву "антропометричні точки". Для забезпечення точності вимірювання використовують т. зв. антропометричні точки, що мають бути строго локалізовані. Цій меті служать кісткові виступи – відростки, горбки, вирости, краї з'єднань кісток; складки шкіри – сідничні складки чи підколінні та ін.; специфічні шкірні утворення – грудні соски, пупок, і т. ін. Місце тої чи іншої антропометричної точки знаходять шляхом прощупування і неbolючого натискання з подальшим позначенням дермографічним олівцем чи фломастером на період обстеження.

У соматометрії найчастіше використовуються наступні *антропометричні точки* (рис. 3.24):

1. Верхівкова (vertex) – найвища точка тімені при положенні голови в очно-вушній (козелковій) горизонталі.
2. Верхньолобна – нижня межа росту волосся на обличчі.
3. Лобна – посередині між верхньолобною і переніссям.
4. Верхньоносова – на переніссі.
5. Нижньоносова – на кінчику носа.
6. Підборідна – точка підборіддя, що найбільш виступає вперед.
7. Шийна – на вершині остистого відростка VII шийного хребця.
8. Верхньогрудинна (supra-sternale) – найглибша точка яремної вирізки грудини по серединній лінії тіла.
9. Акроміальна (acromion, плечова) – точка, що найбільше виступає назовні на нижньому краї акроміального відростка лопатки при вільно опущених руках.
10. Середньогрудинна – по серединній лінії тіла грудини на рівні верхнього краю IV грудинно-реберного суглоба.



11. Нижньогрудинна – точка в ділянці основи мечоподібного відростка грудини (місце з'єднання нижнього кінця тіла грудини з мечоподібним відростком) по серединній лінії тіла.

12. Променева – найвища точка головки променевої кістки з зовнішньо-переднього боку передпліччя, у ділянці щілини плече-променевого суглоба (в ямці краси).

13. Пупкова – в центрі пупка.

14. Гребінцева – на гребені клубової кістки.

15. Передня клубово-остиста (ilio-spinale anterius) – точка, що найбільше видається вперед на передньо-верхній ості клубової кістки.

16. Лобкова (symphision) – на верхньому краї лобкового з'єднання по серединній лінії тіла.

17. Вертельна – найвища точка великого вертела стегна, яка найбільше виступає назовні.

18. Шилоподібна – найнижча точка шилоподібного відростка променевої кістки.

19. Плюснева (фалангова) – на тильному боці третього п'ясно-фалангового суглоба.

20. Пальцева (daktylion) – найнижча точка на м'якоті дистальної фаланги третього пальця.

21. Верхньогомілкова – найвища точка великогомілкової кістки з внутрішнього краю.

22. Нижньогомілкова внутрішня – найнижча точка на внутрішній щиколотці.

23. П'яткова – точка п'яти, що найбільше виступає назад.

24. Кінцева – точка стопи, що найбільше виступає вперед (на м'якоті дистальної фаланги першого, другого або, інколи, третього пальця стопи).

Потребує пояснення точка "ініон" у зв'язку з тим, що вона використовується в антропометрії. Ініон (від гр. inion – "потилична кістка", "потилиця") – антропометрична краніометрична точка, розміщена на зовнішньому потиличному



виступі черепа на місці перетину верхньої каркової лінії з серединою сагітальної площини голови (рис. 3.25).

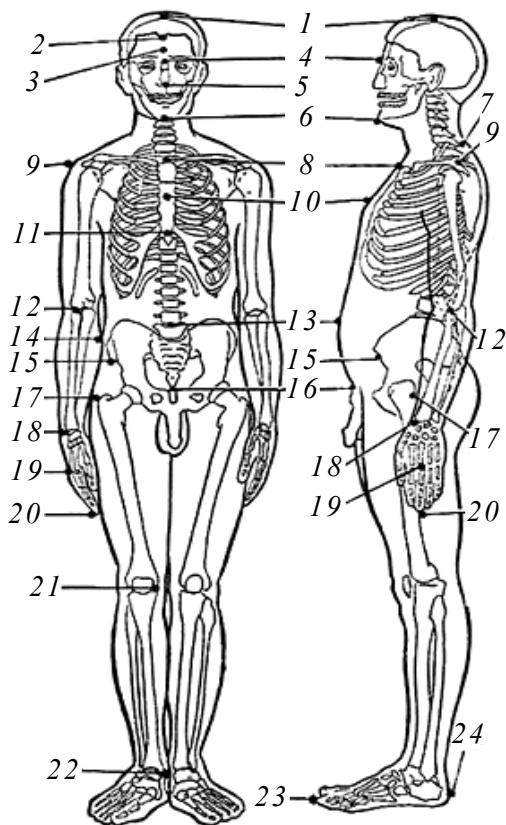


Рис. 3.24. Антропометричні точки:

1 – верхівкова; 2 – верхньолобна; 3 – лобна; 4 – верхньоносова; 5 – нижньоносова; 6 – підборідна; 7 – шийна; 8 – верхньогрудинна; 9 – акроміальна (плечова); 10 – середньогрудинна; 11 – нижньогрудинна; 12 – променева; 13 – пупкова; 14 – гребінцева; 15 – передня клубово-остиста; 16 – лобкова; 17 – вертельна; 18 – шилоподібна; 19 – плюсна (фалангова); 20 – пальцева; 21 – верхньогомілкova; 22 – нижньогомілкova; 23 – кінцева; 24 – п'яткова



Як відзначалося вище будь-яке дослідження розпочинають з огляду: оцінюють шкірний покрив, потім – форми грудної клітки, живота, ніг, ступінь розвитку мускулатури, жирових відкладень, стан опорно-рухового апарата й інші параметри.

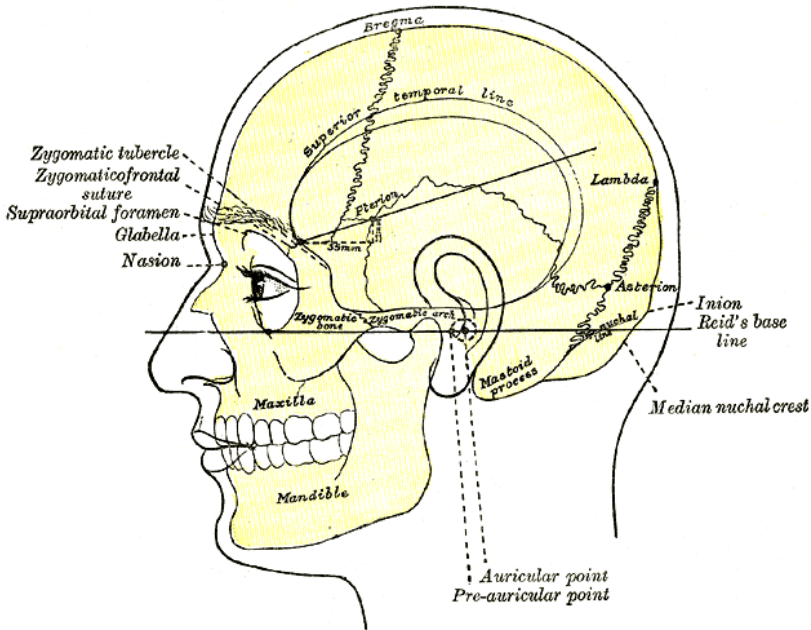


Рис. 3.25. Місце розміщення точки "ініон" – зовнішнього потиличного виступу

3.3. Визначення повздожніх розмірів тіла

Для правильного вимірювання довжини тіла стоячи (рис. 3.26,*a*) дотримуються певних вимог. Обстежуваний босими ногами стає на горизонтальну площадку ростометра спиною до його вертикальної стійки, торкаючись до неї п'ятьма точками (п'ятами, ікрами гомілок, сідницями, поверхнею



спини між лопатками і потилицею), його руки вільно опущені, стопи зведені, коліна максимально випрямлені. Таке положення потрібне для того, щоб згладити вплив сутулості на величину довжини тіла. Голова в положенні очно-вушної горизонталі. Слідкують щоб обстежуваній не витягувався вгору і не підгинав коліна. Під час вимірювання довжини тіла в жінок стежать, щоб поперечна планка ростометра (ковзна рейка антропометра) торкалася не зачіски, а голови. Після надання обстежуваному зазначеної пози поперечну планку ростометра (ковзна рейка антропометра) опускають на найвищу точку голови і роблять вимірювання з точністю до міліметра.

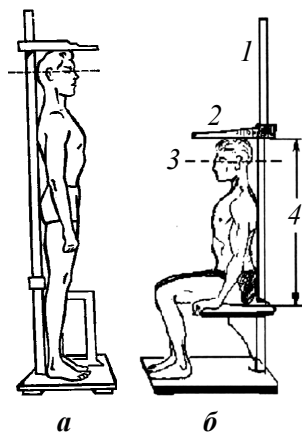


Рис. 3.26. Вимірювання дерев'яним станковим ростометром довжини тіла в положенні стоячи (а) і сидячи (б):

1 – антропометр; 2 – вимірювальний бігунок; 3 – очно-вушна (франкфуртська) горизонталь; 4 – довжина тіла сидячи. В обох випадках пунктирною лінією показана очно-вушна горизонталь

Довжина тіла може суттєво змінюватися під впливом фізичних навантажень. Наприклад, у баскетболі, волейболі, стрибках у висоту та ін. ріст тіла в довжину пришвидшується, а при заняттях важкою атлетикою, спортивною гімнастикою, акробатикою – сповільнюється. Тому ріст є орієнтиром при відборі для занять тим чи іншим видом спорту.

Під час вимірювання довжини тіла сидячи (рис. 3.26,б) обстежуваній сідає на відкидну кришку ростометра, випря-



мившись, торкається його вертикальної планки сідницями, спиною на рівні лопаток і потилицею. Слідкують, щоб його ноги були зімкнені, голова знаходилася в очно-вушній горизонталі. Вимірювання проводять, як описано вище. Результати вимірювання росту в положенні сидячи, порівняно з іншими повздовжніми розмірами, дає уявлення про пропорції тіла.

За допомогою антропометра визначають довжину окремих частин тіла: верхньої і нижньої кінцівок, довжину тулуба. Указані вимірювання здійснюють за антропометричними точками. Під час процедури антропометр повинен бути у строго вертикальному положенні. Порядок вимірювань висот антропометричних точок над поверхнею опори завжди має бути один і той самий – зверху вниз. Однією рукою дослідник тримає антропометр, а іншою – підтримує кінець вимірювальної лінійки, встановлює її в певній антропометричній точці. Парні точки тіла вимірюють зазвичай на правому боці тіла обстежуваного. Для виявлення асиметрії вимірювання також проводять на лівому боці.

За результатами вимірювань у вертикальній площині між антропометричними точками і підлогою або між указаними точками визначають наскрізні, чи проекційні, розміри тіла й окремих його частин.

Проекційні вимірювання можна проводити двома способами. Перший полягає в тому, що антропометром визначають висоту окремих антропометричних точок над підлогою або будь-якою опорною поверхнею, на якій стоїть обстежуваний, з послідовним вираховуванням одного розміру з іншого для визначення довжини відповідного сегмента (наприклад, різниця у висоті акроміальної і променевої точок дає довжину плеча). При другому способі за допомогою штангового циркуля вимірюють довжину сегмента між його крайніми



точками (наприклад, довжина плеча – проекційна віддаль між акроміальною і променевою точками; довжина передпліччя – віддаль між променевою і шилоподібною точками).

Прийнято визначати наступі повздовжні розміри:

- *довжина тіла* (зріст) – висота верхівкової точки обстежуваного над площею опори;

- *довжина тулуба* – різниця між верхньогрудинною і лобкової точками (проекційна віддаль між цими точками) (рис. 3.27);

- *довжина корпусу* – довжина тіла за вирахуванням довжини нижніх кінцівок;

- *довжина верхньої кінцівки* – різниця між висотами над підлогою акроміальної (плечової) і пальцевої точок (проекційна віддаль між акроміальною і пальцевою точками);

- *довжина плеча* – різниця між висотами над підлогою акроміальної й променевої точок (проекційна віддаль між акроміальною й променевою точками);

- *довжина передпліч* – різниця між висотами над підлогою променевої і шилоподібної точок (проекційна віддаль між променевою і шилоподібною точками);

- *довжина кисті* – різниця між висотами над підлогою шилоподібної й пальцевої точок (проекційна віддаль між шилоподібною й пальцевою точками);

- *довжина нижньої кінцівки* – висота вертельної точки над підлогою;

- *довжина стегна* – довжина нижньої кінцівки за вирахуванням висоти над підлогою верхньогомілкової точки;

- *довжина гомілки* – різниця між висотами над підлогою верхньогомілкової й нижньогомілкової точок (проекційна віддаль між верхньою й нижньою гомілковими точками);

- *висота стопи* – віддаль від нижньостегнової точки до підлоги;



- довжина стопи – віддаль між п'яточною і кінцевою точками.

Зазначимо наявність декількох методик визначення довжини нижньої кінцівки. Пов'язано це з тим, що визначити проксимальну точку, від якої потрібно робити вимірювання, важко. Водночас К. Яцутою встановлено, що верхній край головки стегнової кістки відповідає точці, яка знаходиться посередині віддалі від верхньо-передньої ості клубової кістки до середини симфізу – пахвинної точки (рис. 3.28). Зважаючи на те, що запропоновано декілька варіантів визначення довжини нижньої кінцівки, у протоколі дослідження потрібно вказувати, яким методом вона була визначена.

Рис. 3.27. Вимірювання довжини тулуба і передньо-заднього діаметра грудей:

1–2 – передньо-задній діаметр грудей (віддаль між середньогрудинною точкою, розміщеною на рівні прикріплення IV ребра до грудини, й остистим відростком VII грудного хребця, що лежить у цій же горизонтальній площині);
3 – довжина тулуба (віддаль між верхньогрудинною й лобковою точками)

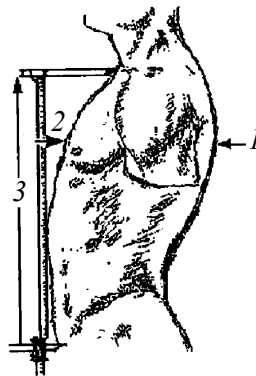
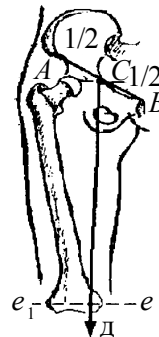


Рис. 3.28. Визначення верхньої точки для вимірювання довжини нижньої кінцівки, за К. Яцутою:

A–B – остисто-лобкова лінія; C – точка, що відповідає середині головки стегнової кістки; e–e₁ – горизонталь між частинами надвиросту стегнової кістки (нижня межа стегна), які найбільше виступають





Довжину хребта визначають від точки "ініон" до верхівки куприка. Спочатку антропометром визначають висоту над підлогою точки "ініон", а потім – куприка. Довжина хребта буде різницею першої величини від другої. Довжина шийного відділу хребта вимірюється від точки "ініон" до середини остистого відростка VII шийного хребця, тобто шийної точки. Довжина грудного відділу хребта визначається від остистого відростка VII шийного хребця до верхнього краю остистого відростка XII грудного хребця. Довжина поперекового відділу вимірюється від верхнього краю остистого відростка XII грудного хребця до нижнього краю остистого відростка V поперекового хребця (поперекова точка). Довжина крижово-куприкового відділу визначається від нижнього краю остистого відростка V поперекового хребця до верхівки куприка. У дослідженні використовується загальна довжина рухомої частини хребта, вимірювана від точки "ініон" до поперекової.

Оскільки хребет має природні згини, слід пам'ятати, що загальна довжина завжди менша від суми окремо вимірних відділів.

Розміри хребта і його відділів можуть вимірюватися між описаними точками антропометром і сантиметровою стрічкою, але при використанні стрічки величини будуть дещо більшими, тому треба вказати, яким чином отримані цифри.

3.4. Визначення поперечних розмірів тіла (діаметрів)

Поперечні розміри тіла визначаються товстотним (великим і малим) або штанговим циркулями як проєкційні віддалі між антропометричними точками у фронтальній або сагі-



тальній площинах. Точність вимірювань товстотним циркулем – до 0,5 см, а штанговим – до 0,1 см.

У процесі визначення поперечних розмірів тіла техніка вимірювання наступна: ніжки циркуля беруться між вказівним і великим пальцями рук (рис. 3.29,*б*). Кінчиками середніх пальців прощупуванням через шкіру знаходять відповідне антропометричне утворення (антропометричну точку) і під контролем пальців до нього щільно притискають кінцеві потовщення циркулів, фіксуючи їх на тілі. Показники грудної клітки знімаються в момент дихальної паузи. Усі вимірювання таза виконують у стоячому положенні обстежуваного із щільно зімкненими стегнами. При антропометричних вимірюваннях прийнято визначати три фронтальні (рис. 3.29,*а*) та один сагітальний розмір таза.

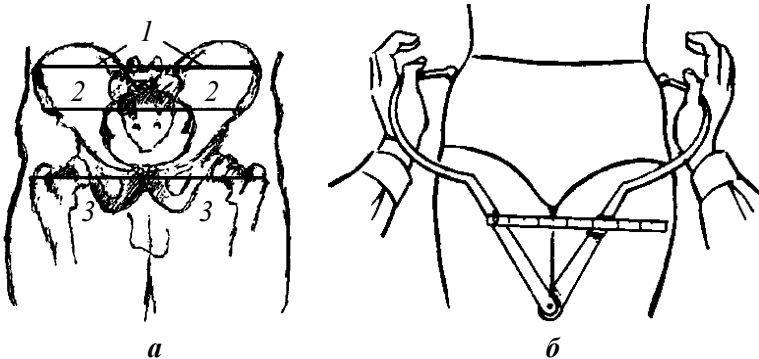


Рис. 3.29. Тазові лінії й техніка визначення розмірів таза:
а – тазові лінії: 1 – міжгребнева; 2 – міжостиста; 3 – міжвертельна;
б – вимірювання міжгребневого розміру таза

У тому випадку, коли антропометричні точки таза пропальповуються погано, потрібно орієнтуватися на середину висоти між двома горизонтальними лініями, одна з яких



проводиться між верхніми краями обох клубових гребенів, дру-га – між задніми остями клубових кісток.

Прийнято визначати наступі поперечні розміри:

- *акроміальний діаметр (ширина пліч)* – віддаль між правою і лівою акроміальними точками (при вимірюванні плечі не повинні бути сильно припідняті чи опущені) (рис. 3.30,*а*);

- *поперечний діаметр грудей* – віддаль між боковими частинами ребер (що найбільше виступають) із відзначенням, на рівні якого ребра розміщений діаметр (рис. 3.30,*в*);

- *передньо-задній діаметр грудей (сагітальний)* – віддаль між середньогрудинною точкою, розміщеною на рівні прикріплення IV ребра до грудини, і остистим відростком VII грудного хребця, що лежить у цій же горизонтальній площині (рис. 3.30,*б*);

- *поперечний діаметр нижньої частини плеча (між надвиростами плеча)* – найбільша віддаль між зовнішнім і внутрішнім надвиростками плечової кістки;

- *поперечний діаметр нижньої частини передпліч* – найбільша віддаль між шилоподібними відростками променевої й ліктьової кісток;

- *ширина кисті* – віддаль на рівні зовнішніх поверхонь головок між другою і п'ятою п'ястними кістками при повністю розігнутих пальцях кисті;

- *поперечний діаметр нижньої частини стегна* – найбільша віддаль між внутрішнім і зовнішнім надвиростами стегнової кістки;

- *поперечний діаметр нижньої частини гомілки* – найбільша віддаль між щиколотками великої і малої гомілкових кісток;

- *ширина стопи* – віддаль між головками плюсневих кісток;



- міжгребінцевий діаметр таза (ширина таза I) – віддаль між правою і лівою клубово-гребінцевою точками;
- лінія між клубово-остистими передніми точками (ширина таза II) – віддаль між правою і лівою клубово-остистими передніми точками;
- міжвертельна лінія (ширина таза III) – віддаль між верхівками вертелів з правого і лівого боку;
- сагітальний розмір таза – віддаль між лобковою точкою (верхній край лобкового симфізу) і поперековою точкою (на вершині остистого відростка V поперекового хребця), але в силу того, що остистий відросток важко палькується, пропонують другу ніжку циркуля ставити в добре прощупвану щілину між остистими відростками останнього поперекового і першого крижового хребців.

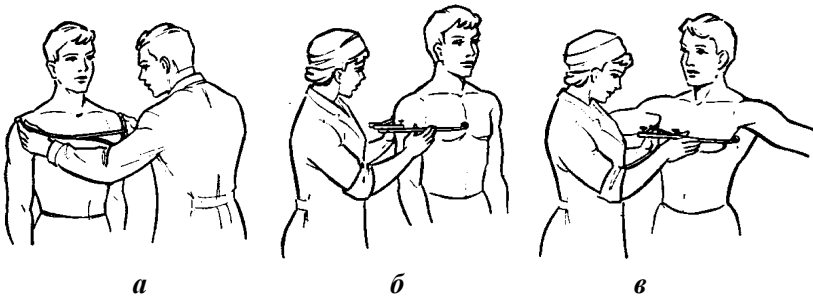


Рис. 3.30. Вимірювання поперечних розмірів грудної клітки товстотним циркулем:

а – акроміального діаметра (ширини пліч); *б* – передньо-задній діаметр грудей (сагітальний); *в* – поперечний діаметр грудей

Деякі автори пропонують поперечний (фронтальний) діаметр грудної клітки вимірювати товстотним циркулем між точками, що знаходяться на перетині середньої пахвової лінії й горизонталі, проведеної через місце прикріплення IV ребра до грудини, тобто через середньогрудинну точку.



3.5. Визначення окружних розмірів тіла

Окружні розміри тіла людини, або периметри, визначають вимірювальною стрічкою. Використовують полотняні, металеві і пластикові міліметрові вимірювальні стрічки. Точність вимірювань – 0,5 см. Виконуючи вимірювання, потрібно ретельно слідкувати за тим, щоб стрічка лежала у строго горизонтальній площині, а нульова поділлка знаходилася спереду. Під час процедури стоять обличчям до обстежуваного і відчитують поділки стрічки навпроти нульової. Слідкують, щоб стрічка щільно прилягала до вимірювальної ділянки тіла, не стискала м'які тканини й не зміщувала шкіру (після зняття стрічки на тілі не повинно залишитися сліду); рекомендується попередньо дещо натягнути стрічку, а потім трохи її попустити.

У процесі вимірювань периметрів ретельно виконуйте інструкції, в іншому випадку отримаєте неправдиві результати, які не можна буде порівняти з даними інших досліджень. Зважте, що полотняна міліметрова стрічка поступово витягується, а тому її потрібно постійно звіряти з еталоном і після вимірювань 30–50 осіб замінювати на нову.

Прийнято визначати наступі окружні розміри:

- *окружність голови* – довжина периметра голови, визначена на лінії, яка проходить через частину потилиці, що найбільше виступає, і точку між бровами по серединній лінії, що ця точка так само найбільше видається вперед;

- *окружність шиї* – довжина периметра шиї, визначена на лінії, що проходить через найглибше місце вгнутості позадку і над щитоподібним хрящем спереду (рис. 3.31,а);

- *окружність грудей у спокійному стані* – довжина периметра грудей на лінії, що проходить позаду обстежуваного під нижнім кутом лопаток, збоку – між тулубом і руками, а спереду закриває нижні сегменти навколососкових кілець



(у жінок – верхній край грудних залоз). При накладанні виміральної стрічки обстежуваному пропонується трохи підняти руки, потім – опустити їх і стояти у спокійному стані. При цьому вимірюванні обстежуваного потрібно відволікати розмовою;

- *окружність грудей при вдиху* – довжина периметра грудей на лінії, вказаній вище, виміряній на глибокому (максимальному) вдиху, але обстежуваний не повинен піднімати плечі (рис. 3.31,*б*);

- *окружність грудей при видиху* – довжина периметра грудей на вказаній вище лінії, виміряній на глибокому (максимальному) видиху. Різниця в показниках між окружністю грудей при максимальному вдиху і видиху дає величину т. зв. екскурсії грудної клітки;

- *окружність живота* – довжина периметра живота, виміряна на найвужчому його місці, яка відповідає лінії, що проходить на 3–4 см вище за крило-клубову кістку і трохи вище від пупка;

- *окружність стегна максимальна* – довжина периметра стегна в найбільшій його повноті, виміряна на лінії, яка проходить під сідничною складкою і замикається на зовнішній поверхні стегна у строго горизонтальному напрямку (рис. 3.33,*а*);

- *окружність стегна мінімальна* – довжина периметра стегна в нижній його третині, виміряна на лінії, що проходить на 7–8 см вище від колінного суглоба у строго горизонтальному напрямку;

- *окружність гомілки максимальна* – довжина периметра гомілки, виміряна у строго горизонтальній площині в місці найбільшого розвитку триголового м'яза гомілки (рис. 3.33,*б*);

- *окружність гомілки мінімальна* – довжина периметра гомілки, виміряна у строго горизонтальній площині на лінії, що на 4–5 см вище від нижньогомілкової точки;



- *окружність плеча у спокійному стані* – довжина периметра плеча, виміряна у строго горизонтальній площині в місці найбільшого розвитку двоголового м'яза плеча (вимірювальну стрічку після попереднього обстеження не знімають) при вільно опущеній руці. Різниця між окружністю плеча у спокійному й напруженому стані характеризує екскурсію м'язів плеча (рис. 3.32,*а*);

- *окружність плеча в напруженому стані* – довжина периметра плеча, виміряна в супінованому згинанні передпліччя до горизонтального рівня і максимально стисненій кисті в місці найбільшого розвитку двоголового м'яза плеча при його найбільшому напруженні (рис. 3.32,*б*);

- *окружність передпліч максимальна* – довжина периметра проксимального відділу передпліччя, виміряна в горизонтальній площині в місці найбільшого розвитку м'язів передпліч при вільно опущеній руці;

- *окружність передпліч мінімальна* – довжина периметра дистального відділу передпліччя, виміряна в горизонтальній площині в місці найменшої його товщини проксимальніше за шилоподібні відростки променевої й ліктьової кісток при вільно опущеній руці;

- *окружність кисті* – довжина периметрів кисті визначається за двома способами вимірювання ліній: при першому вимірювальну стрічку кладуть горизонтально на рівні п'ястно-фалангового суглоба великого пальця при приведеному великому пальці й зведених чотирьох пальцях, а при другому – стрічку кладуть вище від головок п'ястних кісток, тобто визначають окружність кисті без великого пальця.

Потрібно звернути увагу на декілька застережень щодо вимірювань окружностей. Під час вимірювання окружностей живота слід стежити, щоб обстежуваний не втягував і не надував живіт. В осіб старшого віку доцільно визначати найбільшу і найменшу окружності живота в тій самій площині.

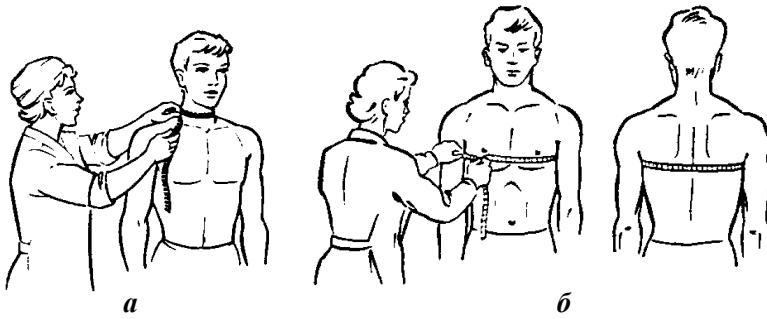


Рис. 3.31. Вимірювання окружностей:
a – шиї; *б* – грудної клітки

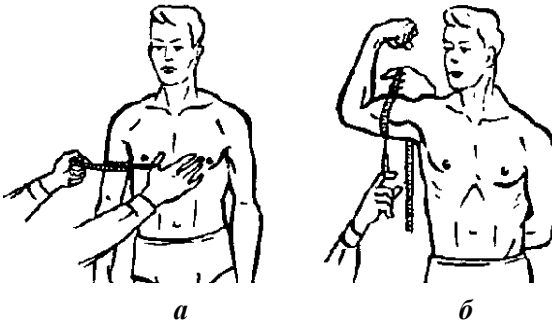
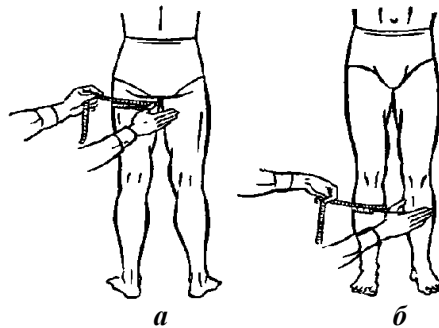


Рис. 3.32. Вимірювання окружності плеча:
a – при розслабленому двоголовому м'язі плеча;
б – при напруженому двоголовому м'язі плеча

Рис. 3.33. Вимірювання
окружності стегна (*a*)
і гомілки (*a*)





При вимірюванні окружностей стегна у спортсменів у деяких випадках доцільно знати не загальні окружні розміри кінцівки, а розміри окремих груп м'язів згиначів і розгиначів. Тому з цією метою визначають півпериметри. Для визначення півпериметрів стегна Р. Дорохов (1963) запропонував методику, згідно з якою проводять межі між передньою і задньою групами м'язів, а потім вимірюють віддаль між ними. Зовнішня лінія з'єднує вертельну точку з головкою малої гомілкової кістки, у внутрішніх ліній свої функції: перша з'єднує нижній край симфізу з внутрішнім надвиростом, друга – сідничний бугор і внутрішній надвиросток стегна. Вимірювання проводять у верхній третині стегна спереду і ззаду, а також у нижній третині стегна спереду і ззаду між названими лініями (рис. 3.34).

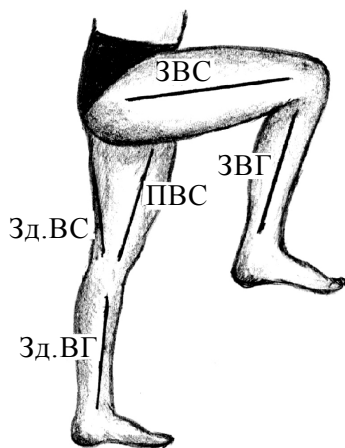


Рис. 3.34. Вертикальні лінії стегна і гомілки, проведені для вимірювання окремих м'язових груп:

ЗВС – зовнішня вертикаль стегна; ПВС – передня вертикаль стегна; Зд.ВС – задня вертикаль стегна; ЗВГ – зовнішня вертикаль гомілки; Зд.ВГ – задня вертикаль гомілки

Під час вимірювання передньої і задньої груп м'язів гомілки проводиться вертикальна лінія від головки малої гомілкової кістки до нижнього виступу зовнішньої щиколотки. Вимірювання здійснюють у верхній третині гомілки, накладаючи вимірну стрічку горизонтально між названими вертикальними лініями і переднім гребенем великої гомілкової кістки (розмір характеризує передню групу м'язів). Для характеристики задньої групи м'язів вимірювання виконують від вертикалі вздовж задньої поверхні до внутрішнього краю великої гомілкової кістки.



Для визначення форми плеча вимірювання виконують при вільно опущеній руці з поверненою всередину долонею. Вимірювальну стрічку накладають у верхній третині плеча в місці прикріплення дельтоподібного м'яза і виконують перше вимірювання. Потім стрічку пересувають у нижню третину плеча на 4–5 см вище від надвиростів плеча і проводять повторне вимірювання.

При вимірюванні передпліччя, зазначає Р. Дорохов, найбільше звуження знаходиться дистальніше за шилоподібні відростки – в ділянці променевоzap'ясного суглоба.

Для вимірювання окружностей грудей у дітей, щоб уникнути затримки вдиху, напруги, обстежуваному пропонують голосно рахувати, вимірювальну стрічку слід натягнути і слідкувати за її рухом, беручи до уваги розмір на дихальній паузі.

3.6. Визначення товщини шкірно-жирових складок

Вимірювати товщину шкірно-жирового шару запропоновано декількома методами: механічним, ультразвуковим, рентгенологічним. При механічному методі визначення застосовують спеціальний прилад каліпер, яким зручно і достатньо об'єктивно визначають товщину шкірно-жирових складок. У дослідженнях використовують різні конструкції каліперів, що зумовлює отримання різних даних, які важко зіставити з відомостями, отриманими різними спеціалістами. Зважаючи на зазначене Всесвітньою організацією охорони здоров'я були встановлені стандарти до вимірювальних приладів. Для каліперів важливим є тиск ніжок, який не повинен перевищувати 10 г на 1 мм² поверхні шкіри, а площа поверхні інструмента, що тисне, не повинна перевершувати 90 мм².

Вимірювання проводять на правому боці тіла. При дослідженні потрібно дотримуватися певних умов: вибрати



правильний напрямок складки на вимірювальній ділянці тіла, точно її захопити рукою дослідника з оптимальною висотою, дотримуватись контактного натискання інструмента.

Під час процедури дослідник I і III пальцями або трьома пальцями однієї руки збирає й відтягує шкірно-жирову складку обстежуваного так, щоб у її складі були шкіра і підшкірний жировий шар (складає не більш як 5 см поверхні шкіри) і щоб це не викликало больове відчуття (розширення складки біля основи має бути мінімальним). Пальці розміщують приблизно на 1 см вище від місця вимірювання, захоплювана пальцями площа шкіри повинна бути не меншою за 20–40 мм². Другою рукою на складку накладають каліпер так, щоб ніжки циркуля були паралельні напрямку складки, яка повинна орієнтуватися за ходом волокон м'язів або за віссю сегмента тіла. Каліпером вимірюють утворену складку (рис. 3.35). Ніжки приладу прикладають так, щоб віддаль від гребеня складки до точки вимірювання приблизно дорівнювала товщині самої складки. Вимірювань проводять декілька (два-три рази), а до карти обстежуваного вносять середнє з цих значень. Отриманий результат товщини підшкірного жирового шару визначають як 1/2 (ділять навпіл) від середньої величини всіх вимірювань. Треба пам'ятати, що помилка

при вимірюванні на 1 мм призводить до неточності при обчисленні жирового компонента маси тіла на 1–2 кг, що складає 10–20 % від середньої величини жирової маси в організмі.

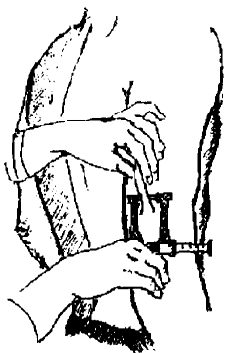


Рис. 3.35. Вимірювання шкірно-жирової складки на задній поверхні плеча



Вимірювання повинні здійснюватись у строго встановлених місцях. Зазвичай, визначають товщину восьми поздовжніх шкірно-жирових складок:

1) у ділянці спини – під нижнім кутом лопатки, складка вимірюється в косому напрямку (зверху вниз, ізсередини назовні);

2) у ділянці грудей – на передній поверхні грудної клітки під великим грудним м'язом, по передній пахвовій лінії складка береться в косому напрямку (зверху вниз, іззовні до середини);

3) у ділянці живота – справа поблизу пупка на віддалі 5 см, складка береться вертикально;

4) на передній поверхні плеча – над двоголовим м'язом ближче до її внутрішнього краю (приблизно на середині плеча), складка береться вертикально на передній поверхні в найширшому місці;

5) на задній поверхні плеча у верхій третині – над триголовим м'язом плеча, ближче до його внутрішнього краю (приблизно на середині плеча), складка береться вертикально й вимірюється при опущеній руці;

6) на середині передньої поверхні передпліччя;

7) на передній поверхні стегна – над прямим м'язом стегна, дещо нижче від пахвинної зв'язки (на передньолатеральній поверхні), вимірюється в сидячому положенні, ноги зігнуті в колінах під прямим кутом, складка береться паралельно ходу зв'язки;

8) на задній поверхні гомілки – на задньолатеральній поверхні верхньої частини правої гомілки в ділянці зовнішньої головки литкового м'яза, при сидячому положенні, як у попередньому вимірюванні, складка береться вертикально;

9) на тильній поверхні кисті складка вимірюється на рівні головки третього пальця.



На думку ряду авторів, замість визначення жирових відкладень на передпліччі, шкірно-жирова складка визначається на тильній поверхні кисті – на середині III п'яної кістки.

Вимірювання шкірно-жирових складок дає можливість характеризувати ступінь відкладення жиру. Товщина шкірно-жирової складки залежить від віку, статі, будови тіла, професійної діяльності, занять спортом, харчування та ін. Її товщина має суттєве значення при відборі в секції гімнастики, балету тощо.

3.7. Визначення маси тіла

Зважування проводиться на вивіренних медичних вагах із точністю до 50 г. Ваги повинні бути встановлені на твердій і рівній поверхні. При вимірюванні механічними важільними вагами (рис. 3.3) спершу готують їх до процедури: велику і малу гирі встановлюють на нуль, відкривають планку коромисла, що штопорить рух; тоді, при правильно відрегульованому приладі, дзьобик коромисла врівноважується з указівником підрахунку. Коли ж указівники не врівноважуються (дзьобик коромисла стає вище чи нижче від указівника підрахунку), їхнього потрібного положення досягають балансуванням гирками, розміщеними на лівій половині коромисла, повертаючи їх вправо чи вліво. Після вивірення ваг проводять зважування.

Як і механічні, електронні ваги (рис. 3.3, 3.4) мають установлюватись на рівній твердій поверхні, подалі від вібрації та в сухому місці. Перед зважуванням електронними вагами треба переконатися, що після їх увімкнення на дисплеї відображається "0 кг". Якщо це не так, слід установити "0 кг", натиснувши відповідну кнопку, і тільки після цього розпочати зважування.



Маса тіла сумарно виражає рівень розвитку кістково-м'язової системи, підшкірно-жирового шару і внутрішніх органів.

Треба пам'ятати, що маса тіла вважається недостатньо інформативним показником (особливо при динамічному спостереженні), оскільки при одній і тій самій масі тіла можуть суттєво відрізнитися її складові компоненти (жировий, м'язовий і кістковий). Для оцінки фізичного стану спортсменів різних спеціалізацій і контролю за режимом тренувань застосовують різноманітні методи прижиттєвого визначення складу маси тіла людини, що дозволяють диференціювати її на окремі компоненти. Найпростішим і доступним при масових обстеженнях є антропометричний метод, який не вимагає складного обладнання, спеціального приміщення і значних витрат часу. Компоненти маси тіла розраховують за формулами.

За антропометричними даними методом розрахунків (аналітичним методом) визначають поверхню тіла, кістковий, жировий і м'язовий компоненти маси тіла. Отримані результати антропометричного дослідження заносять до спеціальних карт. Варто пам'ятати, що абсолютні цифрові величини маси, росту, окружностей грудної клітки та інші параметри недостатньо характеризують певного індивідуума. Порівнюючи результати попередніх обстежень з отриманими, слідкують за динамікою змін у будові тіла певної особи.

Водночас у практиці відбору для занять спортом велике значення мають відносні показники, що називаються індексами. Під час розрахунків індексів береться процентне відношення однієї величини до другої, що дозволяє порівняти різні морфо-функціональні показники різних обстежуваних.

Для зіставлення розвитку жирового, м'язового і кісткового компонентів в осіб із різною масою тіла прийнято, поряд з абсолютними показниками, визначати відносні, які



вираховують у процентах від маси тіла. Для цього абсолютна величина компонента ділиться на масу тіла і перемножується на 100.

Отримані показники вищевказаних компонентів дозволяють визначати питому вагу тіла за формулою:

$$ПВ = 1,0755 - 0,00191D_1 + 0,00055M_1 - 0,00189O_1,$$

де D_1 – відносний показник жирового компонента; M_1 – відносний показник м'язового компонента; O_1 – відносний показник кісткового компонента.

Чим більше значення питомої ваги, тим щільніше тіло, більше м'язової та кісткової і менше жирової питомої ваги.



Розділ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДАМИ СТАНДАРТІВ, АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ПРОФІЛІВ, КОРЕЛЯЦІЇ, ІНДЕКСІВ, ПЕРСЕНТИЛІВ

До основних і традиційних критеріїв фізичного розвитку відносяться:

- довжина тіла;
- маса тіла;
- окружність грудної клітки;
- життєві ємності легень.

Для їх оцінки найчастіше використовуються методи:

- стандартів та антропометричних профілів;
- кореляції;
- індексів, або показників;
- персентелів.

4.1. Метод антропометричних стандартів

Антропометричні стандарти – це середні величини ознак, отримані при обстеженні великої кількості осіб, однорідних за статтю, віком, професією (зокрема й різновидом занять певним видом спорту – спортивної спеціалізації), з урахуванням, за потреби, національності й інших характеристик. Середні величини (стандарти) антропометричних



ознак визначаються шляхом застосування методів математичної статистики. Для кожної ознаки вираховують середню арифметичну величину (M – mediana) і середнє квадратичне відхилення від M (σ – сигма), яке визначає межі однорідної групи (норми) для кожної ознаки і характеризує величину її коливань (варіацій). Наприклад, якщо взяти середній ріст студентів 173 см (M) ± 6 (σ), то більшість обстежених мають ріст у межах від 167 см ($173 - 6$) до 179 см ($173 + 6$), у решти він може бути або менше за 167 см, або більше за 179 см.

При оцінці за стандартами спочатку визначається, наскільки отриманий показник більший чи менший від аналогічних показників за стандартом. Наприклад, в обстежуваного ріст $181,5$ см, а середній показник за стандартом (M) дорівнює 173 см (при $\sigma = 6$), значить, його ріст на $8,5$ см більший у порівнянні з середнім ($181,5 - 173 = 8,5$). Потім отримана різниця ділиться на показник s (отримана величина може бути зі знаком "+", якщо ознака більша за M , та зі знаком "-", якщо ознака менше від M). Оцінка цієї антропометричної ознаки визначається залежно від отриманої величини: менше за $-2,0$ – дуже низький; від $-1,0$ до $-2,0$ – низький; від $-0,6$ до $-1,0$ – нижче від середнього; від $-0,5$ до $+0,5$ – середній (ознака типова, або норма); від $+0,6$ до $+1,0$ – вище від середнього (ознака вище типової), від $+1,0$ до $+2,0$ – високий; більше за $+2,0$ – дуже високий.

Недолік методу стандартів полягає у тому, що в якості показника зміни ознаки фізичного розвитку використовується середнє квадратичне відхилення. Разом з тим відомо, що цей статистичний показник може служити мірилом змін тільки для вільних, тобто не зв'язаних однієї з іншою ознаки.

4.2. Метод антропометричних профілів

Антропометричний профіль – графічне наочне зображення індивідуальних відхилень антропометричних ознак



фізичного розвитку від стандартних. При оцінці антропометричних ознак він дозволяє оцінювати пропорційність розвитку.

Для отримання профілю виявлені відхилення в σ переносяться на сітку на вісь ординат (вертикальні графи), а певні ознаки – довжини і маси тіла та інші показники – на вісь абсцис (горизонтальні). З'єднані прямими точки утворюють антропометричний профіль. Ознаки в межах $\pm 0,5$ – типові (нормальні), вище від цієї межі – вищі за типові, високі чи дуже високі, а нижче від неї – нижчі за типові, низькі чи дуже низькі. Приклад антропометричного профілю зображено на рис. 4.1.

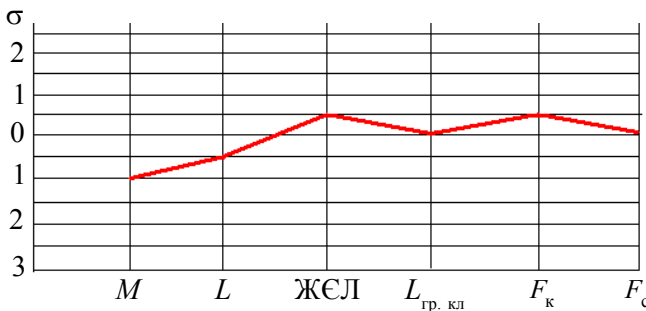


Рис. 4.1. Антропометричний профіль показників:

M – маси тіла; L – довжини тіла; $ЖЄЛ$ – життєвої ємності легень; $L_{гр. кл}$ – окружності грудної клітки; F_k – сили кисті; F_c – станової сили

За наявності показників нижче від середніх і низьких за окремими ознаками до заняття фізичними вправами і спортом рекомендується включати спеціальні вправи, що сприяють ліквідації виявлених недоліків у фізичному розвитку.

Поряд з антропометричним профілем, у практиці лікарського контролю застосовуються номограми – графіки геометричних величин, використовувані в розрахунках фізичного розвитку і фізичної працездатності.



4.3. Метод кореляції

Метод кореляції (кореляційної залежності, співвідношення – co-relation) – статистичний взаємозв'язок двох чи декількох ознак, причому зміни однієї або декількох із цих ознак призводять до систематичної зміни іншої чи інших. Антропометричні ознаки фізичного розвитку, особливо такі, як довжина і маса тіла, окружність грудної клітки, взаємопов'язані. Ступінь залежності між ознаками виражається величиною коефіцієнта кореляції (r) у межах ± 1 . Коефіцієнт $+1$ означає прямий взаємозв'язок між досліджуваною ознакою (зі збільшенням показника однієї ознаки зростає інший). Коефіцієнт -1 означає зворотній зв'язок (при збільшенні показника однієї ознаки другий зменшується, або навпаки). Чим ближче коефіцієнт кореляції до одиниці, тим тісніший зв'язок між ознаками. Якщо значення " r " коливається від $0,4$ до $0,6$, то між ознаками середній ступінь зв'язку; від $0,6$ до $0,8$ – великий; від $0,8$ до $0,9$ – дуже великий. Від'ємні величини коефіцієнта кореляції свідчать про зворотну залежність. Знаючи коефіцієнт кореляції, можна визначити коефіцієнт регресії (b) – величину, на яку збільшується (чи зменшується) друга ознака, якщо перша зростає на одиницю (наприклад, збільшення довжини тіла на 1 см). В якості базової величини використовується довжина тіла, по відношенню до якої й визначаються величини інших соматометричних ознак.

Метод кореляції дає можливість уточнити оцінку антропометричних даних. Обчислення коефіцієнтів дозволяє показати кореляцію між антропометричними ознаками у вигляді таблиць або графіків (номограм), використовуваних для оцінки показників фізичного розвитку.



4.4. Метод індексів

Метод індексів дозволяє визначити показники фізичного розвитку, що становлять відношення різноманітних антропометричних ознак, вирахованих з апріорних математичних формул. Метод індексів дає можливість орієнтовної оцінки змін пропорційності фізичного розвитку. Індекс – величина співвідношення двох чи декількох антропометричних ознак. Індeksi побудовані на зв'язку антропометричних ознак (маси з довжиною, життєвою ємністю легень, силою тощо). Різні індeksi включають різне число ознак: прості – дві ознаки, складні – більше. Найчастіше використовуються такі індeksi:

- масо-ростові (Кетле та ін.);
- життєві;
- пропорційності розвитку (Ерисмана, Пирке, Пиньє);
- силові.

4.4.1. Масо-ростові індeksi

Індекс маси тіла (англ. body mass index) – величина, що дозволяє оцінити ступінь відповідності маси людського тіла до його росту і, тим самим, непрямо оцінити, чи є маса тіла недостатньою, нормальною або надлишковою. Індекс маси тіла розраховується за формулою, розробленою Адольфом Кетле (Adolphe Quetelet) в 1869 р.:

$$I = m/h,$$

де I – індекс маси тіла (г/см); m – маса тіла (г); h – ріст (см).

Наприклад, маса людини 85000 г, а зріст – 164 см. Відповідно, індекс маси тіла буде дорівнювати: $I = 85000/164 = 518,2$. Середніми показниками вважаються 350–400 г на 1 см росту в чоловіків і 325–375 г на 1 см росту в жінок.



Для хлопчиків до 15 років – 325 г на 1 см, для дівчаток того ж віку – 318 г на 1 см росту.

Індекс маси тіла застосовують із певним застереженням, винятково для орієнтовної оцінки. Спроба оцінки його в будові тіла спортсменів може дати неправильні результати (високе значення індексу в цих випадках пояснюється розвитком м'язів). Тому для точнішої оцінки ступеня накопичення жиру, поряд з індексом маси тіла, доцільно визначати також індекс центрального ожиріння, розроблений індекс об'єму тіла і ряд інших індексів.

Індекс Брока використовується при рості 155–170 см. Нормальна величина визначається за формулою:

$$I = (h - 100) - 10 (15 \%),$$

де I – величина індексу; h – ріст (см).

Якщо людина вища за 165 см, потрібно віднімати 105, якщо ж вище від 175 см – 110, при цьому треба враховувати тип будови тіла: залежно від нього отриманий результат зменшується чи збільшується на 10 %. Це найпростіша формула, хоча існують і складніші, проте такі ж неточні.

Інтерпретація показників індексу маси тіла показана в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Інтерпретація показників індексу маси тіла

Кількість грамів на сантиметр росту	Показник угодзованості
Більше за 540	Ожиріння
451–540	Надмірна маса
416–450	Надлишок маси
401–415	Добра
400	Найкраща для чоловіків
390	Найкраща для жінок
360–389	Середня
320–359	Погана
300–319	Дуже погана
200–299	Виснаження



Індекс Брейтмана. Нормальна величина розраховується за формулою:

$$I = (h \cdot 0,7) - 50 \text{ кг.}$$

Індекс Борнгардта. Ідеальна маса тіла вираховується за формулою:

$$I = h \cdot l/240,$$

де I – величина отриманого індексу; h – ріст (см); l – окружність грудної клітки (см). Формула дає можливість урахувати особливості будови тіла.

Індекс Давенпорта. Перевершення показника більше ніж на 3,0 свідчить про ожиріння:

$$I = (m/h)^2,$$

де I – величина отриманого індексу; m – маса тіла (г); h – ріст (см).

Індекс Одера:

$$I = (L \cdot 2) - 100,$$

де I – величина нормальної маси тіла; L – віддаль від тімені до симфізу (см).

Індекс Нордена:

$$I = h \cdot 420/1000,$$

де I – нормальна маса; h – ріст (см).

Індекс Татоня:

$$I = h - (100 + (h - 100)/20),$$

де I – нормальна маса тіла; h – ріст.

Визначення ідеальної маси тіла за формулою Лоренца:

$$I = h - (100 - (h - 150)/4),$$

де h – ріст людини.



Найчастіше використовується найпростіша формула визначення ідеальної маси тіла – індекс Брока:

$$I = h - 100.$$

Для визначення м'язової маси, або абсолютної кількості м'язової тканини (метаболічно найактивнішої тканини тіла), використовується методика (формула) Я. Матейка (Matiegka, 1921), недолік якої – введена константа, єдина для всіх вікових груп:

$$M = L \cdot r^2 \cdot k,$$

де M – м'язова маса (кг); L – довжина тіла (см); r – середній радіус плеча (П), передпліччя (П_п), стегна (С), гомілки (Г) без підшкірно-жирової тканини; k – константа 6,5 (рис. 4.2).

Радіус визначається наступним чином:

$$r = \frac{\sum_{\text{заг}} (\text{П} + \text{П}_{\text{п}} + \text{С} + \text{Г})}{25,12} - \frac{\sum_{\text{жс}} (\text{П} + \text{П}_{\text{п}} + \text{С} + \text{Г})}{100}.$$

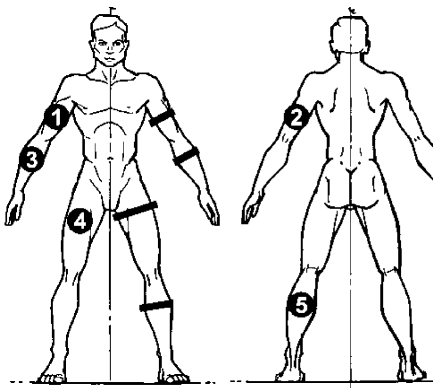


Рис. 4.2. Місця вимірювань окружностей для визначення м'язової маси:

кружальцями позначені ділянки визначення шкірно-жирової складки, смужками – окружних розмірів



Бенке (Behnke, 1959) запропонував, замість розрахунку м'язової маси, користуватися розрахунком знежиреної ("худої") маси тіла. Він показав, що маса знежиреного тіла людини кількісно дорівнює об'єму циліндра, розміри якого визначаються за формулою:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L,$$

де V – об'єм циліндра; r – радіус циліндра; L – висота циліндра.

Виходячи з цієї формули знежирена ("худа") маса тіла буде визначатися:

$$XM = \pi \cdot R^2 \cdot L,$$

де L – довжина тіла; R – середній радіус, обчислений на основі розмірів п'яти діаметрів тіла:

$$R = \frac{a + b + c + d + e + g + h}{18,1}; \quad R = \frac{\sum 7i}{18,1},$$

a – діаметр ширини пліч (акроміальний); b – поперечний діаметр грудної клітки; c – діаметр ширини таза (тазогребінцевий); d – діаметр між вертелами; e – діаметр ширини двох зімкнених колін; g, h – діаметри мінімальних окружностей гомілки і передпліччя відповідно.

Худу масу прирівнюють до м'язової, використовуючи рівняння регресії, яке добре корелює з м'язовою масою:

для чоловіків –

$$XM \text{ (кг)} = 2,70 \cdot W + 40,9 \pm 6,3,$$

$$XM \text{ (кг)} = 0,676 \cdot L - 56,6 \pm 6,7;$$

для жінок –

$$XM \text{ (кг)} = 0,328 \cdot W + 21,7 \pm 4,2,$$

$$XM \text{ (кг)} = 0,277 \cdot L + 2,7 \pm 4,6,$$

де W – маса тіла (кг), L – довжина тіла (см).



Досить точно результати вмісту м'язової маси можна отримати біохімічним методом – визначенням креатину в сечі. Рядом досліджень показано, що у м'язовій тканині при нормальному обміні речовин утворюється ксантин, а в якості супутнього продукту – креатин, який виводиться нирками з сечею. Обсяг креатину, що поступає з продуктами харчування, мізерний, і ним можна знехтувати. Тому кількість креатину, що виводиться з сечею, вважають пропорційною кількості м'язової тканини індивідуума. Кількість креатину на 1 кг м'язової маси відповідає 0,0676 мг. Ця величина постійна і не залежить ні від статі, ні від віку, при перерахунку на 1 кг знежиреної маси вона дорівнює 0,0345 мг. Зіставлення результатів біохімічного аналізу і методу Матейка показало розходження на 14–26 %. Найбільше збігаються величини м'язової маси, отримані при розрахунках за допомогою креатинового методу і методу фрагментарного розрахунку м'язової маси.

Існують й інші розрахункові методи:

$$MM = \text{вік обстежуваного} \cdot 3,4 - 14,1.$$

Отримані величини досить добре відображають м'язову масу в осіб чоловічої й жіночої статі у віці від 9 до 30 років.

Інший варіант розрахунку:

$$MM = \text{довжина тіла} \cdot \text{ширина зап'ястя} \cdot 2,51.$$

Достатньо точно оцінити м'язову масу в людини без оцінки вираженості або товщини підшкірного жирового прошарку неможливо. Тому ряд дослідників пропонує попередньо визначати товщину жирового шару на окремих ділянках тіла за допомогою каліпера.

Водночас потрібно зауважити, що немає простого і надійного методу оцінки м'язової маси, який би можна було



використовувати при масових обстеженнях – соматометрії і соматодіагностиці.

У спортсменів, які займаються тими видами спорту, що потребують тривалого переміщення тіла у просторі, м'язова маса досягає помірних величин, а у спортсменів, які займаються швидкісно-силовими і силовими видами спорту, вона складає 50 % і більше від загальної маси тіла.

Методи визначення жирОВОЇ маси. Найпоширенішою є формула Я. Матейка (Matiegka, 1921):

$$D = d \cdot S \cdot k,$$

де D – загальна кількість жиру (кг); d – середня товщина підшкірної жирОВОЇ клітковини (мм); S – поверхня тіла (см²); k – емпірична константа 0,13.

Середня товщина жирОВОЇ клітковини разом зі шкірою складає

для жінок –

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7}{14};$$

для чоловіків –

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8}{16},$$

де d – середня товщина шкірно-жирової складки (мм); d_1 – товщина шкірно-жирової складки на плечі спереду (мм); d_2 – товщина цієї складки на плечі ззаду (мм); d_3 – товщина шкірно-жирової складки на передпліччі (мм); d_4 – товщина такої складки на спині (мм); d_5 – товщина шкірно-жирової складки на стегні (мм); d_6 – товщина шкірно-жирової складки на гомілці (мм); d_7 – товщина вказаної складки на животі (мм); d_8 – товщина шкірно-жирової складки на грудях (мм).



Площа тіла визначається за однією з багатьох запропонованих формул (із застосуванням калькулятора) або за одною з номограм (див. додаток 1), виходячи з росту і маси тіла людини.

Формули визначення площі тіла людини:

$$S (m^2) = 71,84 m (кг)^{0,425} h (см)^{0,725}.$$

Формула Мостеллера (Mosteller, 1987):

$$S (m^2) = \sqrt{\text{маса (кг)} \cdot \text{ріст (см)} - 3600}.$$

Формула Дюбуа і Дюбуа (DuBois & DuBois, 1916):

$$S (m^2) = 0,007184 \cdot \text{маса (кг)}^{0,425} \cdot \text{ріст (см)}^{0,725}.$$

Формула Дюбуа і Дюбуа (модифікація):

$$S (m^2) = \text{маса (кг)}^{0,425} \cdot \text{ріст (см)}^{0,725} \div 139.$$

Формула Хейкока (Heусock, 1978):

$$S (m^2) = 0,024265 \cdot \text{маса (кг)}^{0,5378} \cdot \text{ріст (см)}^{0,3964}.$$

Формула Гехана і Джорджа (Gehan & George, 1970):

$$S (m^2) = 0,0235 \cdot \text{маса (кг)}^{0,52456} \cdot \text{ріст (см)}^{0,42246}.$$

Формула Бойда (Byrd, 1935):

$$S (m^2) = 0,0003207 \cdot \text{маса (г)}^{(0,7285 - 0,0188 \log_{10} \text{маса (г)})} \times \\ \times \text{ріст (см)}^{0,3}.$$

Формула Фудзімото (Fujimoto, 1968):

$$S (m^2) = 0,008883 \cdot \text{ріст (см)}^{0,663} \cdot \text{маса (кг)}^{0,444}.$$

Формула Такахіра (Takahira, 1925):

$$S (m^2) = 0,007241 \times \text{ріст (см)}^{0,725} \cdot \text{маса (кг)}^{0,425}.$$

Формула Іссаксона (Issakson, 1958) для осіб із сумою маси і довжини тіла більше за 160 одиниць:



$$S = [100 + W + (H - 160)] / 100,$$

де S – площа поверхні тіла (м^2); W – маса тіла (г); H – довжина тіла (см).

Для низькорослих людей із сумою маси і довжини тіла менше від 160 одиниць використовують формулу Бойда (Boyd, 1935):

$$S = 3,207 \cdot H^{0,3} \cdot W^{0,7285} - 0,0188 \log W,$$

де S – площа поверхні тіла (см^2); W – маса тіла (г); H – довжина тіла (см).

Площу поверхні тіла доцільно розглядати не в абсолютних значеннях, а у відносних, відповідно до маси тіла (кількість ваги, що припадає на одиницю поверхні). У фізично сильних людей на одиницю площі поверхні тіла припадає більше маси, ніж у фізично слабких (В. Бунак, 1940; П. Башкиров, 1958 та ін.).

Найпопулярнішою серед наведених є формула Мостеллера: проста, вона, однак, не поступається точністю іншим. Метод визначення жирової маси за формулою Матейка застосовується для осіб старших від 16 років.

Процентний вміст жиру в масі тіла визначається наступним чином:

$$\% \text{ жиру} = D \cdot 100/W,$$

де D – маса жиру (кг); W – маса тіла (кг).

Для визначення процентного вмісту жиру зручно користуватися таблицями запропоновані Pazziskova (1961).

Маса жиру розраховується за формулами:

для чоловіків –

$$M_f(\text{кг}) = 0,724 \cdot W - 40,4 \pm 6,3 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 1,11 (B + T) - 41,7 \pm 8,0 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 0,885 \cdot L_{ab} - 63,4 \pm 5,0 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 1,230 \cdot L_{nat} - 106,8 \pm 5,6 \text{ кг};$$



для жінок –

$$M_f(\text{кг}) = 0,671 \cdot W - 21,6 \pm 4,2 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 0,472 (B + T) + 9,2 \pm 5,8 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 0,188 \cdot L_{ab} + 3,2 \pm 6,2 \text{ кг},$$

$$M_f(\text{кг}) = 0,732 \cdot L_{nat} - 50,4 \pm 4,8 \text{ кг},$$

де M_f – маса жиру (кг); W – маса тіла (кг); B – шкірно-жирова складка на плечі (мм); T – шкірно-жирова складка на передній поверхні стегна; L_{ab} – окружність живота; L_{nat} – окружність сідниць.

Оцінка жирової маси плеча за формулою зрізаного конуса:

$$V = (C_1^2 + C_2^2 + O_1 \cdot l_2) \cdot 0,36 L,$$

де C_1^2 – окружність плеча верхня; C_2^2 – окружність плеча нижня; L – довжина плеча.

Розрахункова величина отримується в см^3 , якщо з окружностей плеча відняти товщину шкірно-жирової складки, помножити на 3,14 (π), то отримаємо об'єм м'язової маси плеча. Інтенсивність росту може бути розрахована як для об'єму плеча загалом, так і для м'язової маси в залежності від завдання обстеження. Доцільно користуватися формулою:

$$IP = B - A/0,5 (A + B),$$

де IP – показник інтенсивності росту; A – величина першого вимірювання; B – величина другого вимірювання.

Визначення щільності тіла проводиться за регресивним рівнянням, виведеним Паскалем (Paskall) зі співавторами (1956), для чого рекомендується виходити з товщин підшкірної жирової складки, виміряної в трьох місцях: 1) за середньою пахвовою лінією на рівні мечоподібного відростка грудної кістки (Т-thorax); 2) на грудях по середині між передньою пахвовою лінією і соском (М-mammalia); 3) на задній поверхні плеча (А-arm).



Щільність (D) визначають так:

$$D = 1,088468 - 0,007123T - 0,004834M - 0,005513A,$$

де T , M , A – товщини вказаних жирових складок у сантиметрах.

Склад маси тіла залежить від фізичної активності людини і харчування. Щоб правильно оцінити зміни складу маси тіла, треба знати склад тканин. До активної маси тіла відносять клітинну воду (рідину), усі білки і мінеральні солі в клітинах і позаклітинній рідині (тобто поза скелетом), до малоактивної – жир тіла, кісткові мінеральні солі й позаклітинну воду.

Для з'ясування складу маси тіла зазвичай визначають загальний і підшкірний вміст жиру, м'язову і скелетну масу в абсолютних і відносних величинах. Вимірювання товщини підшкірного жирового шару дозволяє достатньо точно визначити ці показники розрахунковим шляхом.

Визначення кількості води в організмі. В організмі дорослої людини вода складає 60–70 % від усієї маси тіла. При цьому чим більший вміст жирового компонента, тим менший вміст води. І, навпаки, чим більший процент активної маси тіла, тим більший у ньому вміст води. У різних тканинах вміст води неоднаковий. У сполучній та опорній тканинах її менше, ніж у печінці, селезінці, де вона складає 70–80 %.

Кількість рідини в період росту і в дорослих осіб неоднакова – з віком її вміст знижується. Потрібно відзначити, що в чоловіків у період статевого дозрівання і в післяпубертатний період відзначається збільшення процентного вмісту рідини. Це відбувається на зниженні приросту відносної сили м'язів і на зростанні витривалості як у звичних умовах, так і при напружених тренуваннях. Уміст рідини в осіб чоловічої й жіночої статі до статевого дозрівання не має відмінностей,



а зі статевим дозріванням у жінок визначається менший процент рідини, оскільки в жінок у масі тіла жиру більше. Усю воду, що є в організмі, прийнято розподіляти на внутрішньоклітинну і позаклітинну.

Визначення об'єму рідини у складі тіла надзвичайно важливе для спортсмена. Обчислення загальної маси води здійснюють радіоізотопним методом (третій, бром⁸² та інші радіоізотопи) і через формули.

Вирахування загального вмісту рідини за формулою, винайдену Е. Оссерманом (E. Osserman) та його співавторами (1950):

$$\% \text{ загальної води} = 100 \cdot (4,340 - 3,983/d),$$

де d – питома маса тіла.

Меллітс і Чік (E. Mellits, A. D. Cheek, 1970) запропонували рівняння для розрахунку кількості води (л) і жиру в організмі від маси тіла (кг) на підставі антропометричних даних:

для чоловіків –

$$M_{\text{води}} = 1,065 + 0,603 \cdot M_{\text{тіла}};$$

для жінок –

$$M_{\text{води}} = 1,874 + 0,493 \cdot M_{\text{тіла}};$$

де $M_{\text{вод}}$ – загальний вміст води у тілі (л); $M_{\text{тіла}}$ – маса тіла (кг).

Для отримання точніших даних названі автори рекомендують використовувати рівняння, що включає масу тіла і ріст:

- для чоловіків, ріст яких більше за 132,7 см,

$$M_{\text{води}} = 21,993 + 0,406 \cdot M_{\text{тіла}} + 0,209 \cdot H;$$

- для чоловіків, ріст яких менший від 132,7 см,

$$M_{\text{води}} = 1,927 + 0,465 \cdot M_{\text{тіла}} + 0,045 \cdot H;$$

- для жінок, ріст яких більший за 110,8 см,

$$M_{\text{води}} = 10,313 + 0,252 \cdot M_{\text{тіла}} + 0,154 \cdot H;$$



- для жінок, ріст яких менше від 110,8 см,

$$M_{\text{води}} = 0,076 + 0,507 \cdot M_{\text{тіла}} + 0,013 \cdot H,$$

де H – ріст людини.

Ф. Мур (F. Moore) запропонував формулу, якою визначають кількість рідини в організмі в залежності від віку:

для чоловіків –

$$M_{\text{води}} = \frac{\text{ВКР}(\% \text{ від ЗРО})}{\text{ЗРО}} \cdot 100 = 55,3 - 0,07T \text{ (роки)};$$

для жінок –

$$M_{\text{води}} = \frac{\text{ВКР}(\% \text{ від ЗРО})}{\text{ЗРО}} \cdot 100 = 62,3 - 0,16T \text{ (роки)},$$

де ВКР – внутрішньоклітинна рідина; ЗРО – загальна рідина організму.

У постнатальному періоді ВКР оцінюють за формулою:
для хлопчиків –

$$\text{ВКР (л)} - 0,3236 M \text{ (кг)} + 1,773;$$

для дівчат –

$$\text{ВКР (л)} - 0,3288 M \text{ (кг)} + 0,930.$$

У дорослих ЗРО визначають за формулою Мура:
для чоловіків –

$$\frac{\text{ЗРО (л)}}{M \text{ (кг)}} \cdot 100 = 79,45 - 0,24 \text{ (кг)} - 0,15T \text{ (роки)};$$

для жінок –

$$\frac{\text{ЗРО (л)}}{M \text{ (кг)}} \cdot 100 = 69,81 - 0,26 \text{ (кг)} - 0,12T \text{ (роки)},$$



де ЗРО – загальна рідина організм; M – маса тіла (кг); T – вік (роки).

Визначення складу тіла спортсмена дозволяє отримати додаткову інформацію для отримання високих спортивних результатів. Стандартні таблиці визначення оптимальної маси для певного росту не дозволяють точно визначити оптимальну масу тіла спортсмена, оскільки не враховують склад тіла.

Методом денситометрії визначають щільність тіла спортсмена. Щільність (D) визначають поділом маси на об'єм тіла:

$$D_{\text{тіла}} = M_{\text{тіла}} : V_{\text{тіла}}$$

Для визначення об'єму тіла застосовують різні методи, серед яких найчастіше метод гідростатичного зважування – зважування спортсмена, повністю зануреного у воду (рис. 4.3). Різниця між масою, визначеною у звичайних умовах, і масою тіла, що знаходиться під водою, з поправкою на щільність води складає об'єм тіла. Отриманий об'єм коригують з врахуванням об'єму повітря в організмі. Об'єм повітря у легенях, який залежить від маси тіла вимірюють (у молодих

чоловіків це приблизно 1500 мл, жінок – 1200 мл), а об'ємом повітря, що знаходиться у шлунково-кишковому тракті, а це близько 100 мл, нехтують.

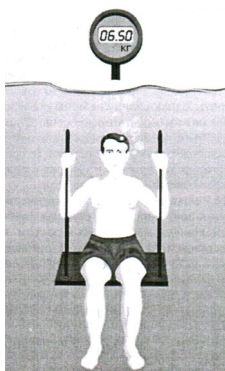


Рис. 4.3. Метод підводного зважування

Зазначений метод широко застосовується для визначення складу тіла, проте він має й певні обмеження. Для визначення щільності тіла потрібно правильно визначити масу тіла та об'єм повітря у легенях, що досягається зважуванням під водою. Слабким місцем цього методу є залежність показників щільності тіла від відносної кількості жиру в організмі.



Використання двокомпонентної моделі складу тіла вимагає високої точності визначення щільності жирової і чистої маси тіла. Стандартне рівняння Сірі частіше всього застосовується для перетворення показника щільності тіла з метою визначення відносного вмісту жиру в організмі:

$$\% \text{ жиру в організмі} = (485 : D_{\text{тіла}}) - 450.$$

Це рівняння передбачає відносно постійну щільність жирової і чистої маси тіла в усіх людей. Справді, щільність жиру в різних ділянках тіла однакова у конкретного обстежуваного і відносно однакова в усіх людей. Загальноприйнятий показник дорівнює $0,9007 \text{ г см}^{-3}$. Разом з тим проблемною є визначення щільності чистої маси тіла ($D_{\text{чмт}}$), яка згідно рівняння Сірі, складає $1,1 \text{ г см}^{-3}$. Для визначення цієї щільності припускають, що: 1) щільність кожної тканини, яка включає чисту масу тіла, відома і залишається незмінною; 2) у кожному виді тканини пропорція чистої маси тіла постійна (наприклад, допускається, що кістки завжди складають 17 % чистої маси тіла).

Існує велика кількість інших лабораторних методів оцінки складу тіла, наприклад, радіографія, метод магнітного резонансу, гідрометрія (для визначення загального вмісту води в організмі), фотонна абсорбціометрія та інші. Більшість з них відзначаються складністю процедури і дорогим обладнанням. Проте є й відносно недорогі та нескладні методи оцінки складу тіла.

Метод біоелектричного імпедансу проста та нетривала (до 5 хв) процедура. Чотири електроди встановлюють на тілі обстежуваного – на щиколотці, стопі, зап'ясті та тильній стороні кисті (рис. 4.4). Дистальними електродами (на кисті й стопі) через тканини проходить невідчутний струм до проксимальних електродів (на зап'ясті й щиколотці). Електропровідність тканин між електродами залежить від розподілу



води і електrolітів у конкретній тканині. Чиста маса тіла включає майже усю воду та електrolіти. У результаті цього провідність чистої маси тіла значно перевершує провідність жирової маси. Іншими словами, струм легше і швидше проходить через чисту масу тіла. Жирова маса характеризується більшим імпедансом, тобто струм по ній проходить не так легко. Таким чином, величина проходження через тканини струму відображає відносну кількість жиру, що міститься у даній тканині.

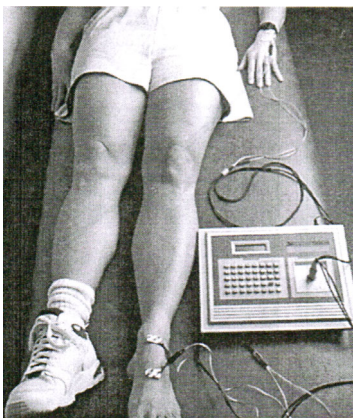


Рис. 4.4. Метод біоелектричного імпедансу для визначення відносного вмісту жиру в організмі

Метод взаємодії інфрачервоного випромінювання. Взаємодія інфрачервоного випромінювання уявляє собою процедуру, базовану на принципах поглинання і відбивання світла з використанням інфрачервоної спектроскопії. На шкірі над місцем вимірювання встановлюється датчик, що посилає електромагнітне випромінювання через центральний пучок оптичних волокон. Оптичні волокна на периферії цього ж датчика поглинають енергію, відбиту тканинами, яка потім вимірюється за допомогою спектрофотометра. Кількість відбитої енергії показує склад тканин, що знаходяться безпосередньо під датчиком на глибині декількох

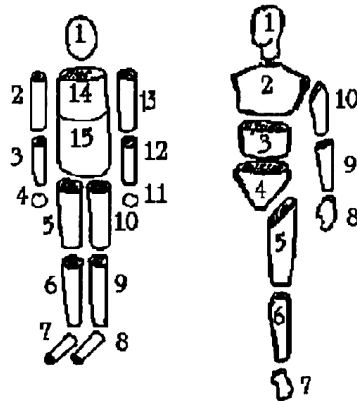


сантиметрів. Цей метод відзначається досить високим ступенем точності при проведенні вимірювань у декількох ділянках.

Визначення маси окремих ланок тіла. Для визначення маси ланок тіла та площі їх поверхні в 1930 р. Харлесс (E. Harless) запропонував ланки тіла прирівняти до геометричних фігур – циліндрів, конусів, зрізаних конусів і куль. У 1954 р. Ханаван (E. Hanavan) запропонував розглядати людське тіло у вигляді п'ятнадцяти моделей ланок. Нині у практиці ці моделі вважаються найприйнятнішими (рис. 4.5). Проте запропонована модель зазнає й певні критичні зауваження, оскільки форма ланок тіла змінюється з віком, існують типові особливості гомілки, стегна, плеча, передпліччя в дорослих осіб обох статей.

Рис. 4.5. Способи сегментування тіла для оцінки математичним шляхом об'єму ланок тіла:

А – 15-сегментна модель Ханавана (Hanavan), 1964 р.; 10-сегментна модель В. Селуянова, 1981 р.



Під час вирахування об'єму ланок потрібно вимірювальною стрічкою визначити три розміри: проксимальний і дистальний окружні розміри ланки та її довжину. На геометрію мас впливають індивідуальні особливості людини і, в першу чергу, маса й довжина тіла.

Відносна маса сегментів тіла (рис. 4.5) буде: 1 – голова – 6,94 %; 2 – верхній відділ тулуба – 15,95 %; 3 – середній відділ



тулуба – 16,32 %; 4 – нижній відділ тулуба – 11,7 %; 5 – стегно – 14,16 %; 6 – гомілка – 4,33 %; 7 – стопа – 1,37 %; 8 – кисть – 0,61 %; 9 – передпліччя – 1,61 %; 10 – плече – 2,71 %.

В. Селуянов установив, що маси сегментів тіла можна визначити за допомогою наступного рівняння:

$$m_{\chi} = B_0 + B_1 m + B_2 H,$$

де m_{χ} – маса одного з сегментів тіла (кг), наприклад, стопи, гомілки, стегна і т. ін.; m – маса всього тіла (кг); H – довжина всього тіла (см); B_0, B_1, B_2 – коефіцієнти регресивного рівняння, відмінні для різних сегментів (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2. Коефіцієнти рівняння для вирахування маси сегментів тіла за масою (m) і довжиною (H) тіла (за В. Заціорським, А. Аруїним, В. Селуяновим)

Сегменти	Коефіцієнти рівняння		
	B_0	B_1	B_2
Стопа	- 0,83	0,008	0,007
Гомілка	- 1,59	0,036	0,012
Стегно	- 2,65	0,146	0,014
Кисть	- 0,12	0,004	0,002
Передпліччя	0,32	0,014	- 0,001
Плече	0,25	0,030	- 0,003
Голова	1,30	0,017	0,014
Верхня частина тулуба	8,21	0,186	- 0,058
Середня частина тулуба	7,18	0,223	- 0,066
Нижня частина тулуба	- 7,50	0,098	0,049

Примітка: Величини коефіцієнтів заокруглені й вірні для дорослого чоловіка.

Наприклад, для встановлення маси кисті людини, в якій маса тіла 60 кг, а довжина тіла 170 см, потрібно обчислювати так:

$$\text{маса кисті} = - 0,12 + 0,004 \cdot 60 + 0,002 \cdot 170 = 0,46 \text{ кг.}$$



Знаючи маси і моменти інерції ланок тіла та місце розміщення їх центру маси, можна вирішити багато важливих задач із динамічної анатомії.

Для полегшення обрахунків об'ємів ланок тіла побудовані номограми, в яких на місці перетину перпендикулярів до осі абсцис і ординат, відповідних окружним ланкам тіла (верхнього і нижнього), читається число, що, помножене на довжину ланки, дає її об'єм. У такий спосіб, визначення об'єму ланки зводиться до множення двох цифр, що позбавляє дослідника необхідності оперувати складнішими операціями.

Визначення парціальних розмірів ланок тіла. Встановлено, що сила м'язів у дітей і підлітків змінюється не пропорційно зміні об'єму м'язів і лінійних розмірів, а відстає від об'єму на 1,5–1,7 роки. Спрямованість тренувальних занять, специфічних для конкретного виду спорту, накладає свій негативний відбиток як на скелет, так і на розвиток певних груп м'язів. Для визначення парціальних розмірів тіла (від лат. "парс" – частина) потрібно на його ланках провести опорні – реперні лінії, що розмежовують функціонально різні м'язові групи. Проводяться ці лінії між кістковими точками (рис. 4.6).

Реперні лінії на нижній кінцівці. На стегні зазвичай проводять три лінії.

Зовнішня вертикаль стегна (ЗВС) відповідає проекції переднього краю двоголового м'яза стегна, проводиться вздовж заднього краю великого вертела по зовнішній поверхні стегна до середини зовнішнього надвиросту стегнової кістки.

Передня вертикаль стегна (ПВС) відповідає передньому краю довгого привідного м'яза у верхній і середній третині стегна та кравецького м'яза в нижній третині стегна. Проводиться від лобкового горбка до внутрішнього надвиросту стегнової кістки, по передньо-внутрішній поверхні стегна.



Задня вертикаль стегна (Зд.ВС) відповідає проекції переднього краю напівсухожильного м'яза. Проводиться від середини сідничного горбка до внутрішнього надвиросту стегнової кістки, по задньо-внутрішній поверхні стегна.

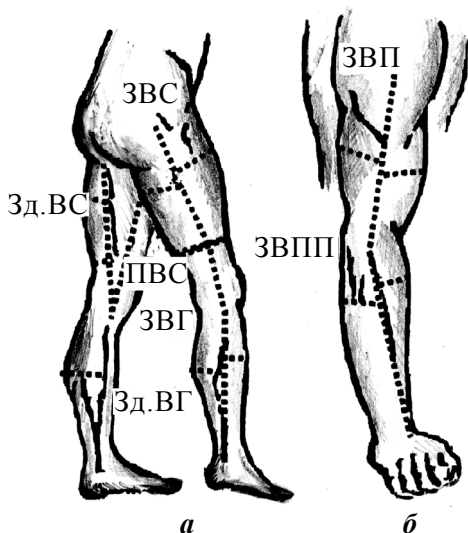


Рис. 4.6. Розміщення реперних ліній на нижній (а) і верхній кінцівках (б) із рівнями вимірювань півпериметрів

Реперні лінії на гомілці

Зовнішня вертикаль гомілки (ЗВГ) відповідає передньому краю довгого малогомілкового м'яза у верхній третині гомілки і короткому малогомілкового м'яза на нижній її третині. Проводиться від верхівки головки малої стегнової кістки до переднього краю зовнішньої щиколотки, по зовнішній поверхні гомілки.

Передня вертикаль гомілки (ПВГ) відповідає гребеню великогомілкової кістки.

Задня вертикаль гомілки відповідає внутрішньому краю великогомілкової кістки.



Реперні лінії на верхній кінцівці. На плечі й передпліччі проводяться по дві лінії, які відділяють згиначі плеча (передпліччя) від розгиначів.

Зовнішня вертикаль плеча (ЗВП) відповідає зовнішній борозні між двоголовим і триголовим м'язами плеча, проводиться при опущеній руці від середини акроміального відростка до зовнішнього надвиросту плечової кістки.

Внутрішня вертикаль плеча відповідає медіальній плечовій борозні.

Зовнішня вертикаль передпліччя (ЗВПП) проводиться від зовнішнього надвиросту плечової кістки до шилоподібного відростка променевої кістки по її зовнішній поверхні.

Внутрішня вертикаль передпліччя проводиться від внутрішнього надвиросту плечової кістки до шилоподібного відростка ліктьової кістки по її внутрішній поверхні.

Віддаль, виміряна між реперними лініями, дозволяє оцінити величину окремих м'язових груп. Наприклад, віддаль між передньою й задньою вертикалями стегна, виміряними у верхній третині стегна, дозволяє оцінити величину згиначів стегна. Відстань між цими лініями в нижній третині стегна дає змогу кваліфікувати величину розгиначів колінного суглоба. Віддаль між цими лініями на гомілці характеризує величину згиначів і розгиначів стопи. Використовуючи ці дугові розміри і довжину ланки, можна віднайти об'ємні характеристики м'язових мас. Проте слід пам'ятати, що визначати треба не тільки загальну об'ємну характеристику тієї чи іншої функціональної групи м'язів, але й відношення м'язової й жирової мас.

4.4.2. Життєвий індекс

Життєвий індекс визначається шляхом поділу життєвої ємності легень (мл) на масу тіла (кг). Необхідні значення життєвого індексу наступні: для чоловіків – не менше ніж



65–70 мл/кг; для жінок – не менше ніж 55–60 мл/кг; для спортсменів – 75–80 мл/кг; для спортсменок – 65–70 мл/кг. Чим вищий показник, тим краще розвинена дихальна функція грудної клітки.

4.4.3. Індекси пропорційності розвитку

Індекс пропорційності розвитку грудної клітки (Ерисмана) становить різницю між окружністю грудної клітки (см) у період паузи і половиною довжини тіла (см). Середнє значення індексу Ерисмана для чоловіків – +5,8 см, для жінок – +3,8 см. У широкогрудих результати вищі, а в вузькогрудих – нижчі від середніх величин.

Пропорційність тіла розраховується за індексом Пірке:

$$I = 50 + (L - 150) \cdot 0,75 + (N - 21)/5,$$

де I – індекс; L – довжина тіла стоячи; N – вік. Ідеальні пропорції тіла – 87–92. Більше 92 – дуже вела довжина ніг. Менше 52 – дуже велике вкорочення ніг.

Індекс Пірке (Бедузі). Розраховується за формулою:

$$I = \frac{D \cdot D_c}{D_c} \cdot 100,$$

де D – довжина тіла стоячи; D_c – довжина тіла сидячи.

Величина показника дозволяє оцінити відносну довжину ніг: менше за 87 % – мала довжина ніг; 87–92 % – пропорційний фізичний розвиток; більше ніж 92 % – відносно велика довжина ніг.

Коефіцієнт пропорційності має значення при заняттях спортом. Особи з низьким коефіцієнтом пропорційності мають при інших рівних умовах нижче розміщений центр тяжіння, що дає їм переваги (гірськолижний спорт, стрибки з трампліна, боротьба й ін.). Люди, які мають високий коефіцієнт пропорційності (понад 92 %), мають переваги



у стрибках, бігу. У жінок коефіцієнт пропорційності нижчий, ніж у чоловіків.

Індекс Пинье (M.Ch.J. Pignet) розраховується за формулою:

$$I = L - (M + O),$$

де I – індекс; L – довжина тіла стоячи; M – маса тіла; O – окружність грудної клітки.

Чим менше значення індексу Пинье, тим кращий показник (за умови відсутності ожиріння). При індексі менше від 10 говорять про міцну будову тіла, від 10 до 20 – про добру, від 21 до 25 – про середню, від 26 до 35 – про слабку, понад 36 – про дуже слабку.

Індекс скелії за Манувріє характеризує довжину ніг:

$$IC = (\text{довжина ніг} / \text{ріст сидячи}) \cdot 100.$$

Величина до 84,9 свідчить про короткі ноги, 85–89 – про середні, 90 і вище – про довгі.

4.4.4. Силкові індекси

Є певна залежність між масою тіла і м'язовою силою. Звичайно, чим більша м'язова маса, тим більша сила. Силкові індекси (у відсотках) отримують поділом показника сили на масу тіла:

$$I = (F_k / M) \cdot 100,$$

де I – індекс; F_k – сила кисті (кг); M – маса тіла (кг).

Середніми вважаються сила кисті чоловіків – 65–75 % від маси, жінок – 45–60 %, спортсменів – 75–80 %, спортсменок – 60–70 %.

Показник розвитку сили м'язів спини визначається за формулою:

$$I = (F_c / M) \cdot 100,$$

де I – отримуваний індекс; F_c – станова динамометрія (кг); M – маса тіла (кг).



Інтерпретація цієї формули наступна: мала сила м'язів спини – менше від 175 % своєї маси; сила нижче від середньої – від 175 до 190 %, середня сила – від 190 до 210 %, сила вища за середню – від 210 до 225 %, велика сила – понад 225 % від своєї маси.

4.5. Персентильний метод

Персентильний (процентильний, центильний) *метод* базується на створенні таких, що легко читаються, і зручних для практичного використання наборів кривих ряду антропометричних характеристик (довжини і маси тіла, росту сидячи, ширини таза, окружності грудей і голілки, товщини жирових складок та ін.). Нині практично всі розвинені країни світу (Великобританія, США, Голландія, Німеччина, Бельгія, Чехія, Польща та ін.) й Україна мають набори персентильних сіток, що засновані на вимірюванні здорових представників корінного населення і у цьому сенсі вповні відповідають поняттю "стандарту".

Як і ростові криві, персентильні графічні стандарти можуть бути двох видів: дистантні і швидкісні. У першому випадку оцінюються показники ознак (у більшості випадків довжина і маса тіла), досягнутих у тому чи іншому віці, у другому – їх прирости. Потрібно відзначити, що персентилі будуються на основі як поперечних, так і повздовжніх обстежень, при цьому для отримання оцінювальних нормативів у національному масштабі частіше використовують поперечні дані, а для характеристики швидкості зростання – повздовжні.



Розділ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТА

Спостереження за станом кістково-суглобової системи спортсмена є необхідною умовою при постійному зростанні як тренувальних, так і змагальних навантажень, тим більше в світлі оздоровчих завдань спорту. У представників більшості спортивних спеціалізацій патологія опорно-рухового апарата у вигляді його специфічних гострих пошкоджень і хронічних захворювань займає одне з перших місць у структурі захворюваності. Тому цілеспрямоване дослідження опорно-рухового апарата повинно займати одне з головних місць при проведенні первинного і щорічного поглибленого медичних обстежень.

5.1. Дослідження кісток

Першим етапом дослідження опорно-рухового апарата є огляд (див розділ 2). Для об'єктивного обстеження змін кісток застосовують антропометричні й інструментальні методи.

Антропометричний метод дозволяє кількісно визначити тотальні й парціальні розміри кісток, а їх величини, отримані за результатами моніторингування, – динаміку змін у процесі занять спортом.



Методи визначення абсолютної й відносної маси кісткової тканини. Визначення абсолютної маси кісткової тканини здійснюють двома шляхами за допомогою *антропометричного* і *рентгенологічного методів*. Антропометричний метод визначення абсолютної маси кісткової тканини здійснюють, використовуючи формулу:

$$O = Lq^2k,$$

де O – абсолютна маса кісткової тканини (кг); L – довжина тіла (см); q – середня величина діаметрів дистальних епіфізів плеча, передпліччя, стегна і гомілки; k – коефіцієнт, що дорівнює 1,2.

Вимірюються поперечні лінійні розміри дистальних епіфізів плеча, передпліччя, стегна і гомілки. Під час вимірювання бранші циркуля щільно притискають до кістки, щоб зменшити товщину м'яких тканин (точність вимірювання – до 1 мм). Епіфіз плечової кістки вимірюють при зігнутому на 90° передпліччі. Діаметр кісток передпліччя визначають між шилоподібними відростками у фронтальній площині. Відстань між надвіростками стегнової кістки, що найбільше виступають, визначають у сидячому положенні з зігнутою гомілкою під кутом 90° , при цьому стопа на підлозі, м'язи розслаблені. Віддаль між медіальною й латеральною поверхнями кісток гомілки вимірюють у нижній третині над щиколотками в найвужчій частині.

На сьогодні рентгенологічний метод визначення абсолютної маси кісткової тканини в силу своєї громіздкості й променевого навантаження на організм спортсмена практично не використовується. Оцінка визначеної абсолютної маси кісткової тканини за константами вікових і статевих груп (за таблицями) має більше значення при масовому обстеженні населення і визначенні соматотипів.



З метою зіставлення розвитку кісткового компонента в осіб із різною масою тіла в однорідних вікових і статевих групах, разом з абсолютними показниками, визначають і відносні, які вираховують у відсотках від маси тіла. Для цього абсолютну величину досліджуваного компонента ділять на масу тіла і множать на 100. Водночас потрібно пам'ятати, що у спорті важливішим є не маса кісток, а тривалість їх росту.

Променеві методи дослідження. Один з найстаріших з них – *рентгенологічний метод*, що дозволяє прижиттєво визначити зміни форми, величини і внутрішньої будови кістки на тлі занять спортом. Рентгенологічний метод має й недоліки, адже часте його застосування в дослідженні кісткової системи людини обмежене шкідливою дією променів. Рентгенівське дослідження кісток скелета нині рекомендують застосовувати тільки для діагностики переломів кісток будь-якої локалізації та для диференціальної діагностики захворювань хребта. З виявленням ознак зниження щільності кісток на рентгенограмі людину направляють на денситометрію, оскільки рентгенологічний метод показує їх низьку чутливість (зниження кісткової маси при втраті до 40 %).

Денситометрія – метод кількісного визначення мінеральної щільності кісткової тканини, а отже, й виявлення остеопорузу на ранніх стадіях та оцінки ризику переломів кісток. Для оцінки мінеральної щільності кісткової тканини нині використовуються *двоенергетична рентгенівська абсорбціометрія (DEXA)*, *кісткова ультрасонометрія* (ультразвукова денситометрія) і *кількісна комп'ютерна томографія* (комп'ютерна денситометрія). Поширення отримали рентгенівські й ультразвукові денситометри (прилади, що вимірюють щільність кісток). У цих приладах закладені нормальні значення щільності кісткової маси для будь-якого віку з урахуванням



статі, расової належності, росту й маси, з якими порівнюються отримані після вимірювання показники. Найчастіше щільність визначається в ділянці п'яткової кістки, кісток передпліччя (променевої й ліктьової), шийки стегна і поперекового відділу хребта. Окрім того, деякі з пристроїв оснащені програмою "Все тіло", що дозволяє також визначати процентний вміст жирової і м'язової тканин в організмі.

Застосування ультразвукової денситометрії кісток у спортмена дає змогу з найменшою шкодою для організму людини отримати достатньо повну й об'єктивну інформацію одномоментно і в динаміці. Придатність методу для широкого застосування полягає не тільки у відсутності променевого навантаження на організм, але й у портативності, а звідси й транспортабельності апаратів, швидкості процедури в отриманні результатів, їх точності й відтворюваності. Більшість ультразвукових денситометрів орієнтовані на оцінку трабекул кісток, що дозволяє визначити зміни мінеральної щільності кісток спортсмена в умовах спортивної діяльності. Недоліком цього різновиду денситометрії є те, що ультразвукова хвиля добре проходить через щільні тканини та рідини і гірше – через межі поділу двох середовищ і тканини з незначною щільністю (жирові). Тому ультразвуковою денситометрією можна досліджувати тільки кістки периферичного скелета (фаланги пальців, кістки передпліччя, передню поверхню стегнової кістки, п'яткову кістку).

Найбільшого клінічного значення у виявленні мінеральної щільності кісткової тканини є DEXA, базований на зміні ступеня послаблення кістковою тканиною пучка рентгєнівського випромінювання при лінійному скануванні досліджуваного відділу скелета (хребців і шийки стегнової кістки). Проте він має й недоліки: ним визначається сумарна щільність кісткової тканини – кортикальної і трабекулярної, а втрата



кісткової тканини відбувається в першу чергу і з максимальною швидкістю у трабекулярній кістковій тканині.

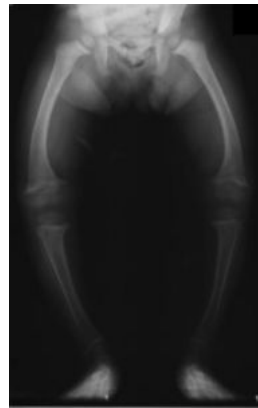
Метод комп'ютерної денситометрії дозволяє кількісно аналізувати ступінь поглинання рентгенівського випромінювання різними тканинами, а отже, диференційовано оцінювати щільність у трабекулярній і кортикальній тканинах (у г/см^3). На сьогодні комп'ютерна денситометрія вважається найінформативнішим і найчутливішим методом у визначенні мінеральної щільності метаболічної найактивнішої трабекулярної частини кістки. Основним недоліком методу є висока доза опромінення, складності при дослідженні шийки стегнової кістки і периферичного скелета та висока вартість дослідження, а звідси обмежена доступність.

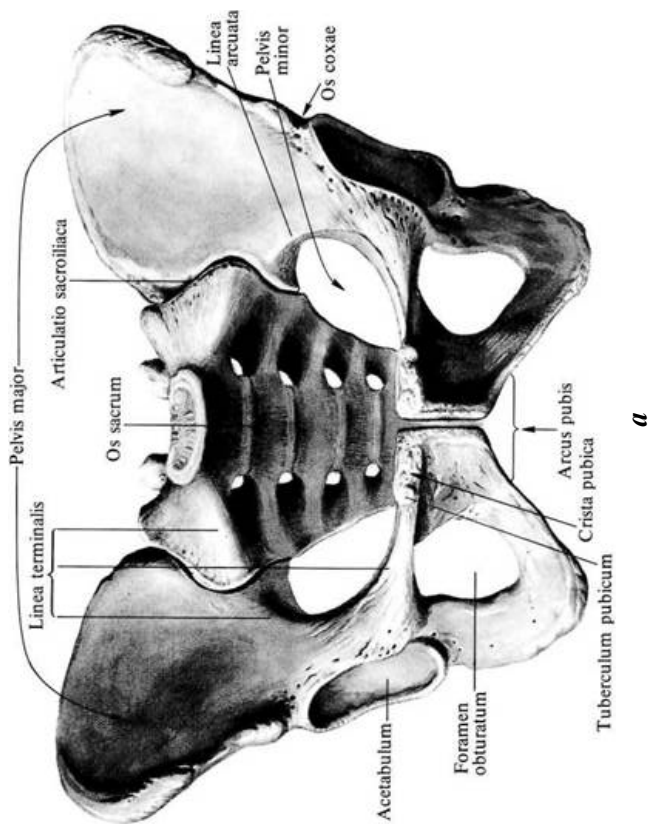
Дані вимірювань ширини і довжини кісток, отримані рентгенологічними й іншими променевими методами, визначають зміни кісток під впливом тренування.

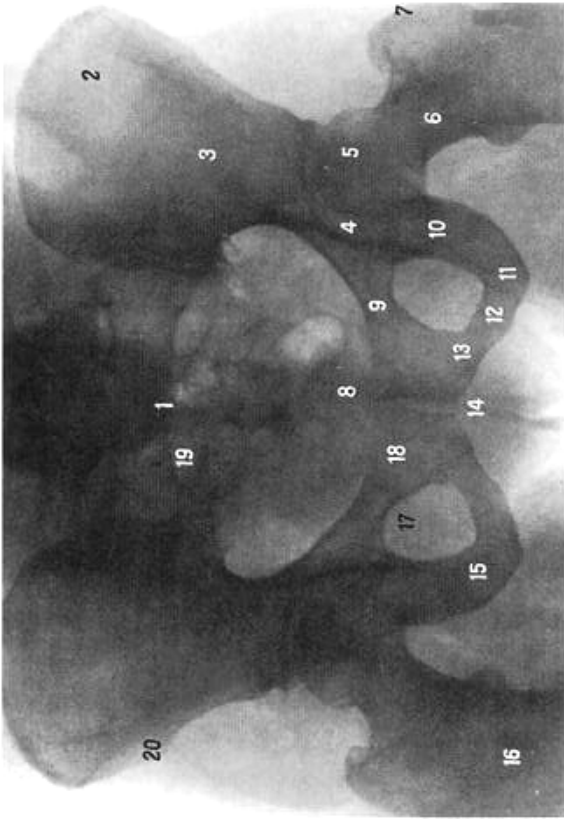
На рис. 5.1 показаний приклад рентгенологічного дослідження кісток кінцівок у хворої на рахіт дворічної дитини з O-подібним викривленням кінцівок.

Для жінок важливими є розміри тазу, анатомічна будова і рентгенологічний знімок якого презентовані на рис. 5.2.

Рис. 5.1. Рентгенограма O-подібного викривлення нижніх кінцівок 2-річної дитини, хворої на рахіт







б

Рис. 5.2. Анатомічна будова кісток тазу жінки, вид спереду (а) та їх рентгенограма (б):

1 – крижі; 2 – крило клубової кістки; 3 – клубова кістка; 4 – вертлюжна впадина; 5 – головка стегнової кістки; 6 – шийка стегнової кістки; 7 – великий вертел; 8 – куприк; 9 – верхня гілка лобкової кістки; 10 – верхня частина гілки сідничної кістки; 11 – сідничний бугор; 12 – нижня частина гілки сідничної кістки; 13 – нижня гілка лобкової кістки; 14 – лобкова дуга; 15 – сіднична кістка; 16 – стегнова кістка; 17 – замикаючий отвір; 18 – лобкова кістка; 19 – тазовий крижовий отвір; 20 – верхня передня клубова ость



5.2. Дослідження м'язів

При оцінці стану скелетних м'язів, поряд з візуальним оглядом, потрібне їх функціональне дослідження. У зручному для обстежуваного положенні оцінюються контури, конфігурація м'язів, визначають гіпо-, гіпертрофію, рубці та ін. Потім виявляють зміни контурів та об'ємів м'язів під час рухів у відповідному суглобі.

Функціональне дослідження м'язів дозволяє отримати інформацію про силу окремих м'язів і м'язових груп, проаналізувати прості моторні стереотипи і функціональні здібності тестованої частини (сегмента) тіла. Метод не обмежується обстеженням тільки м'язової сили, а дозволяє оцінити вид руху, часові співвідношення в активації окремих м'язових груп, відповідальних за виконуваний руховий акт.

Мануальне м'язове тестування – метод оцінки м'яза чи м'язових груп шляхом застосування пальпації, дає відомості про їх силу при активному скороченні і про участь м'язів у здійсненні певного руху. Під час дослідження кожен рух виконується з точно визначеного вихідного положення (тестова позиція). За характером здійснення тестових рухів (специфічний рух) і за спротивом, який при цьому долається, оцінюють силу і функціональні можливості досліджуваного м'яза.

Під час проведення дослідження м'язової функції потрібно дотримуватись наступних правил:

- рух потрібно досліджувати в повному обсязі, він повинен проводитися рівномірно, у спокійному темпі;
- один кінець м'яза повинен бути зафіксований рукою дослідника;
- опір рукою дослідника має бути в процесі всього руху (роботи м'яза) й адекватний зусиллям обстежуваного;



– при визначенні м'язової сили не потрібно використовувати надмірні зусилля, а, навпаки, постійно послаблювати, щоб виявити навіть незначне зниження сили.

Оцінка тонуусу м'язів:

- при пальпації палець легко занурюється у м'яз (1 бал);
- при пальпації палець зустрічає певний опір (2 бали);
- при пальпації визначається м'яз кам'янистої щільності (3 бали).

Оцінка стану м'язів:

- гіпотрофія навколосуглобового м'яза (1 бал);
- гіпотрофія м'язів усієї кінцівки (2 бали);
- гіпотрофія поширюється й на м'язи тулуба (3 бали).

Визначення числа вузликів міофіброзу, що пальпуються у м'язі:

- 1–2 вузлики (1 бал);
- 3–4 вузлики (2 бали);
- понад 4 вузликів (3 бали).

Оцінка болючисті м'язів:

- при пальпації обстежуваний відзначає болючисті (1 бал);
- при пальпації м'яза є мімічна реакція (2 бали);
- при пальпації м'яза є рухова реакція (3 бали).

Оцінка тривалості болю:

- болючисті зникає відразу після припинення пальпації (1 бал);
- болючисті триває до 1 хв. (2 бали);
- болючисті триває понад 1 хв. (3 бали).

Оцінка болю за іррадіацією (від лат. irradio – "осяюю", "випромінюю", тут у значенні поширення болю при пальпації):

- болючисті локалізується у місці пальпації (1 бал);
- болючисті поширюється на поряд розміщені тканини (2 бали);
- болючисті поширюється на віддалені ділянки (3 бали).



Сила м'язів визначається суб'єктивними й об'єктивними методами. Суб'єктивне визначення сили м'язів здійснюється за їх протидії скороченню (дозований спротив рукою). Протидія триває в режимі ізометричного скорочення, коли напруга м'язів зростає без зміни її довжини (без укорочення). Потрібно порівнювати м'язову силу й обсяг рухів із симетричною стороною. Оцінюють силу м'язів за 6-бальною шкалою:

5 балів – нормальна, або достатня, м'язова сила – відповідає 100 % нормі: м'язи мають добру рухову здатність, можуть долати значний зовнішній опір;

4 бали – добра – відповідає 75 % нормальної м'язової сили: м'яз може долати зовнішній опір середньої сили при збереженні рухів у повному обсязі;

3 бали – слабка – відповідає 50 % нормальної м'язової сили: м'яз здійснює активні рухи в повному обсязі під дією ваги кінцівки (обстежуваний не долає додатково опору);

2 бали – дуже слабка – приблизно відповідає 25 % нормальної м'язової сили: м'яз не в змозі подолати опір ваги досліджуваного сегмента тіла, а повний обсяг рухів можливий тільки після усунення дії ваги кінцівки (кінцівка лежить на кушетці);

1 бал – "сліди" – приблизно 10 % м'язової сили: можливі рухи з ледь помітним напруженням м'язів;

0 балів – немає найменшого скорочення м'язів при спробі рухів.

Патобіомеханіка м'язів відображається у вигляді вкорочення і розслаблення м'язів та декількох перехідних станів. Основні форми поступального м'язового дисбалансу: гіпертонічна, гіпотонічна і перехідні форми.

При гіпертонічній формі м'яз укорочується, поріг збудливості знижений, нейромоторний апарат збережений. Візуальні



ознаки у статиці: зближення місць кріплення; збільшення і деформація контурів тіла над місцем розміщення.

Гіпотонічна форма – розслаблення м'язів із підвищеним порогом збудливості при збереженні нейромоторного апарата. Візуальні ознаки у статиці: віддалення місць кріплення; згладженість контурів тіла над місцем розміщення.

Для визначення вкорочення або розслаблення певного м'яза потрібно зіставити взаємні зближення і віддалення кісткових орієнтирів, а потім визначити, місця кріплення яких м'язів виявилися зближеними, а яких – взаємно віддаленими.

Вкорочення і розслаблення м'язів завжди супроводжують появу біля місць їх прикріплення в суглобах функціональних блоків. Це зумовлено тим, що зміщення місць кріплення патобіомеханічно значимих укорочених і розслаблених м'язів супроводжується асиметричним взаєморозміщенням суглобів кінцівок і остистих відростків хребетних рухових сегментів, яке викликає їх статичні перевантаження.

Важкість частини тіла, що переміщує тестований м'яз, є одним із важливих критеріїв оцінки його сили. Для позначення цієї важкості в мануальному м'язовому тестуванні використовують термін "гравітація". Залежно від вихідного положення тестовий рух може бути спрямований вертикально вгору, проти гравітації, – бути антигравітаційним, відповідно така позиція називається антигравітаційною. У цьому випадку для здійснення руху тестований м'яз повинен розвинути силу, що перевершує силу тяжіння переміщуваної ним частини тіла. Коли ж тестовий рух виконується в горизонтальній площині, м'яз повинен побороти тільки тертя між частиною тіла й опорою. Такий рух називають рухом при елімінованій гравітації, а відповідну позицію – позицією елімінованої гравітації.

Дозований рух повинен здійснюватися різними способами. Один з них – безперервний рівномірний опір в обсязі



всього тестового руху. Його не рекомендують при обмеженні тестового руху (болючість у суглобі або туга рухомість). Використовується також тест "подолання" й ізометричний тест. У першому випадку обстежуваний проводить тестовий рух, протидіючи початковому легкому і такому, що поступово зростає, опору з боку рук методиста. У певній точці руху опір збільшується до ступеня, що дозволяє побороти силу тестованих м'язів. Опір, необхідний для "подолання", є критерієм м'язової сили. При проведенні ізометричного тесту обстежуваний робить спробу здійснити тестовий рух, протидіючи адекватному, не поступаючись, зафіксованому опору з боку рук методиста. Опір повинен бути дещо більшої за силу тестованого м'яза, так щоб силу м'язів можна було оцінити за вказаною вище шкалою.

Здатність тестованого м'яза здійснювати рух у повному обсязі вважається одним із головних критеріїв мануального м'язового тестування. Задовільна здатність, або 3 за 6-бальною шкалою, відповідає збереженню 50 % функції. Виконання рухів при елімінованій гравітації відповідає слабкій здатності (2 за 6-бальною шкалою), або приблизно 30 % збереженої м'язової сили.

Функціональне м'язове тестування полягає в тому, що використовуються специфічні рухи для окремих м'язів та їх груп (тестові рухи). Кожен рух виконується з точно визначеного вихідного положення – тестової позиції. За характером виконаного тестового руху і опору, який при цьому долається, оцінюється функціональна можливість досліджуваних м'язів. Особливе значення в практиці спортивної медицини має визначення функціональної сили основних поступальних м'язів, тобто м'язів, що беруть участь у підтриманні пози. До них відносяться випрямляч тулуба, сідничні м'язи, клубо-поперековий м'яз, прямий м'яз живота, м'язи шії.



Для визначення функціональної сили прямих м'язів живота обстежуваному з положення сидячи – його руки за головою, ноги максимально зігнуті в колінних суглобах – пропонується повільно і плавно протягом 45 с перейти в положення лежачи (рис. 5.3,*а*). Неможливість повільно опустити тіло протягом указанного часу свідчить про зниження функціональної сили прямих м'язів живота.

Для визначення функціональної сили косих м'язів живота обстежуваному пропонується виконати наступі завдання: в положенні сидячи максимально зігнути ноги в колінах, розвернути тулуб на 45°, відхилитися назад на 45° та утримувати таку позу протягом 45 с (рис. 5.3,*б*). При повороті тулуба вправо тестуються лівий зовнішній і правий внутрішній косі м'язи живота; при повороті вліво – правий зовнішній і лівий внутрішній косі м'язи живота. Неможливість утримувати вказане положення протягом 45 с розглядається як функціональна слабкість косих м'язів живота.

Для оцінки функціональної сили м'язів-розгиначів хребта обстежуваному, який лежить на животі з витягненими вперед руками, пропонується одночасно максимально припідняти злегка розведені руки і ноги на 10–15 см та утримувати таку позицію протягом 60 с (рис. 5.3,*в*). Якщо обстежуваний не може утримувати тіло 60 с у зазначеній позі, то кваліфікується слабкість м'язів-розгиначів спини.

Під час оцінки сумарної й диференційованої функціональної сили ромбоподібних м'язів разом із передніми зубчастими м'язами обстежуваний лежить на животі, пальці його стоп упираються в кушетку, руки зігнуті в ліктьових суглобах, кисті на рівні сосків. Йому пропонується повільно відтиснутися, рівномірно піднімаючи верхню і нижню частини тіла над кушеткою (рис. 5.3,*г*). Якщо при виконанні тесту правий і лівий ромбоподібні м'язи включаються в роботу не



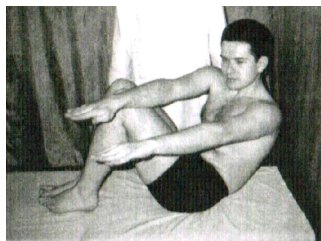
одночасно або відбувається асиметричність відхилень лопаток від грудної клітки, це розглядається як слабкість м'язів на боці випинання лопатки.

Для оцінки функціональної сили сідничних м'язів обстежуваному пропонують із положення лежачи на животі (край кушетки на рівні гребенів клубових кісток, ноги опущені, руки витягнуті вперед, фіксовані за край кушетки) одночасно підняти обидві ноги (положення кожної ноги оцінюється диференційовано) вище від горизонтальної лінії, розвести їх на 10° і утримувати вказану позу протягом 60 с (рис. 5.3, *д*). При цьому ноги повинні бути зігненими в колінних суглобах під кутом 45° для виключення допомоги з боку двоголового м'яза стегна, напівсухожильного і напівперетинчастого м'язів. Коли час утримування зазначеної пози складає менше за 60 с, це розцінюється як слабкість сідничних м'язів.

Для оцінки функціонального тонусу клубо-поперекового м'яза, прямих м'язів стегна і напружувачів широкої фасції стегна обстежуваному пропонується знаходитися в положенні сидячи на краю кушетки, обхопивши руками зігнуту в коліні ногу, максимально привести її до грудей. Потім, не змінюючи положення, за допомогою дослідника він повинен повільно лягти на спину. При вкороченні клубо-поперекового м'яза друга нога піднімається над горизонталлю і її неможливо притиснути вниз. При одночасному вкороченні прямого м'яза стегна відбувається, окрім цього, випрямлення гомілки. Якщо вкорочений один прямих м'яз стегна, а клубо-поперековий м'яз не вкорочений, то спостерігається тільки легке розгинання в колінному суглобі. При вкороченні напружувача широкої фасції відбувається легке відведення ноги від серединної лінії. Вкорочення прямого м'яза стегна можна перевірити ізольовано: обстежуваний у положенні лежачи на животі не може привести п'яту до сідниці.



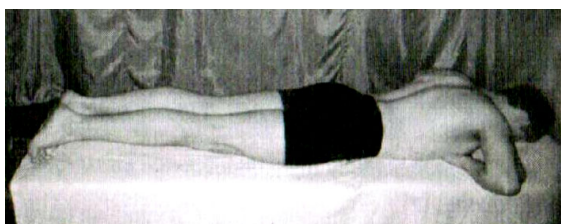
а



б



в



г



д

Рис. 5.3. Визначення функціональної сили м'язів:

а – прямого м'яза живота; *б* – косих м'язів живота; *в* – м'язів-розгиначів хребта; *г* – сумарної й диференційованої сили ромбоподібних м'язів спільно з передніми зубчастими м'язами; *д* – сідничних м'язів



Ступінь розвитку окремих функціональних груп м'язів оцінюють за окружністю досліджуваного сегмента, вимірюваного міліметровою стрічкою. Окружність кожного сегмента рекомендують вимірювати в дистальному і проксимальному відділах. Наприклад, для визначення окружності плеча при першому вимірюванні стрічку кладуть горизонтально біля місця прикріплення дельтоподібного м'яза, при другому – на 4–5 см вище від надвиростів плеча. Для вимірювання окружності передпліччя при першому міліметрову стрічку кладуть у верхній третині передпліччя, при другому – вище за шилоподібні відростки променевої й ліктьової кісток. При визначенні розвитку м'язів проксимального відділу стегна стрічка проходить горизонтально під сідничною складкою, а при визначенні розвитку м'язів дистального відділу стегна (частіше стегнових головок – чотириголового м'яза стегна) – на 7–8 см вище від колінного суглоба.

Силу м'язів визначають за максимальним проявом зусиль, який розвиває група м'язів у певних умовах. Звичайно скорочується група м'язів, тому точно визначити роботу кожного м'яза в сумарному прояві сили важко. Окрім того, у дії м'язів беруть участь кісткові важелі.

Розрізняють три види м'язового скорочення: ізометричне, концентричне (міометричне) й ексцентричне (іліометричне). Скорочення м'яза, при якому він розвиває напругу, але не змінює довжину, називають ізометричним. Таке скорочення проявляється у вигляді статичної сили. Мірою концентричної сили є максимальний опір, який м'язи здатні подолати на шляху відповідного руху. Цей різновид сили позначається як динамічний. Ексцентрична сила виникає в умовах опору зовнішній силі, під впливом якої м'язи розтягуються, тобто довжина їх збільшується. Для більшості видів м'язової роботи характерний ауксотонічний режим, коли поєднуються скорочення і напруга.



Визначити динамічну силу досить тяжко, тому, як правило, обмежуються вимірюванням статичної (ізометричної) сили й витривалості м'язів.

Чоловіки досягають максимуму ізометричної сили у віці близько 30 років, потім сила зменшується. Цей процес швидше відбувається у великих м'язах нижніх кінцівок і тулуба. Сила рук зберігається довше. У таблиці 5.1 наведені показники сили різних м'язових груп, отримані при обстеженні близько 600 осіб (середній зріст чоловіків – 171 см, жінок – 167 см) за Е. Асмуссеном (E. Asmussen, 1968).

Таблиця 5.1. Середні значення ізометричної сили деяких м'язових груп залежно від віку

Показник (кг)	Вік, роки									
	20		25		35		45		55	
	чол.	жін.	чол.	жін.	чол.	жін.	чол.	жін.	чол.	жін.
Сила кисті ($\pm 16\%$)*	55,9	37,5	59,9	38,5	58,8	38,0	55,6	35,6	51,6	32,7
Сила розгиначів тулуба ($\pm 16\%$)	81,6	56,6	87,4	58,3	90,7	59,2	89,8	57,7	85,7	49,1
Сила згиначів ту- луба ($\pm 17\%$)	60,6	40,9	64,2	42,2	66,7	42,4	66,0	41,5	63,0	33,6
Сила розгиначів ніг сидячи ($\pm 18,5\%$)	295	214	310	225	312	212	296	197	263	162

* Коефіцієнт варіації.

Динамічну силу можна виміряти, наприклад, шляхом піднімання важких предметів. Сила ідентичних груп м'язів у різних людей неоднакова. Показники сили в дорослих жінок нижчі на 30–35 % порівняно з чоловіками.

Сила вимірюється *динамометричним методом* із використанням приладів різних конструкцій (рис. 5.4, 5.5, 5.6).



Для визначення сили кисті звичайно використовують динамометр Коллена (рис. 5.4,*а*). Силу розгиначів тулуба вимірюють за допомогою станового динамометра (рис. 5.4,*б*). Для повнішого уявлення про м'язову систему проводять додаткові вимірювання сили м'язів плеча і плечового поясу, розгиначів стегна і гомілки, а також згиначів тулуба (використовується динамометрична установка). Виконують 2–3 вимірювання, записують найбільший показник. Величина залежить від віку, статі й виду спорту, яким займається обстежуваний.

Протипоказання для вимірювання станової сили наступні: кила (пахвинна, пупка, кила Шморля та ін.), менструація, вагітність, гіпертонічна хвороба, міопія (– 5 і більше) і под.

У такий спосіб, функціональне дослідження м'язової системи дозволяє отримати інформацію про силу окремих м'язів і м'язових груп, проаналізувати прості моторні стереотипи і функціональні здібності обстежуваної частини тіла. Тестування не обмежується визначенням тільки м'язової сили, дає змогу також оцінити вид руху і час активації окремих м'язових груп, що здійснюють руховий акт.

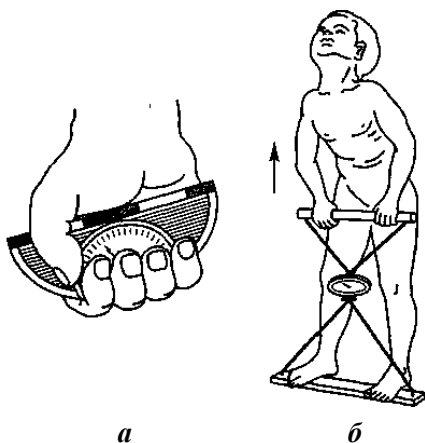


Рис. 5.4. Вимірювання сили згиначів кисті (*а*) і розгиначів спини (*б*) у дитини

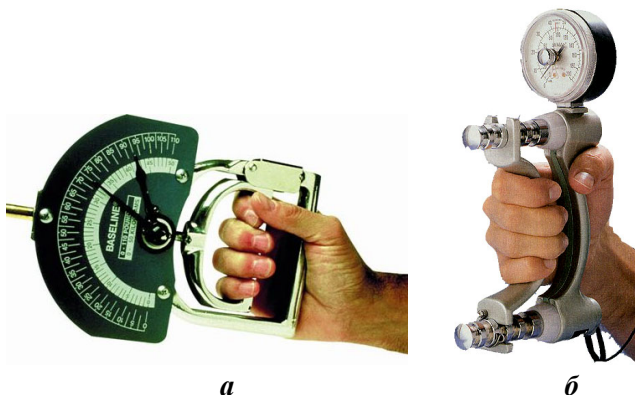


Рис. 5.5. Вимірювання сили згиначів кисті різними варіантами сучасних кистьових динамометрів для дорослих: з дуговою (*a*) і циферблатною (*б*) шкалою вимірювань

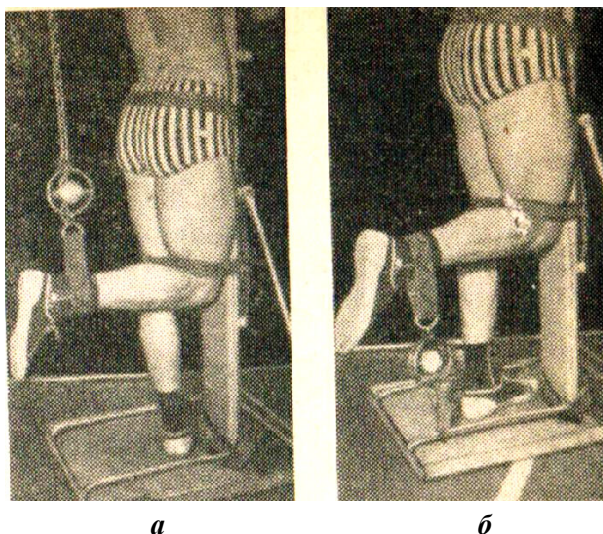


Рис. 5.6. Вимірювання сили м'язів динамометром В. Абалакова:

a – розгиначів гомілки; *б* – згиначів гомілки



5.3. Дослідження суглобів

Для багатьох видів спорту першочерговим є можливість виконувати рухи з більшою чи меншою амплітудою, що залежить від того, яким чином кістки з'єднуються між собою, як побудований гальмівний апарат.

Максимальна, анатомічно допустима, амплітуда рухів у суглобах визначається різницею дуг кривизни з'єднаних поверхонь кісток. Від рухомості в суглобах залежить *гнучкість* – морфо-функціональна властивість опорно-рухового апарата, яка визначає ступінь рухомості його ланок, що завдяки останній людина здатна виконувати рухи з максимальною амплітудою. Водночас зауважимо, що термін "гнучкість" уживається в тих випадках, коли йдеться про сумарну рухомість у суглобах усього тіла чи окремих його ланок. Стосовно ж певних суглобів послуговуються терміном "рухомість" – це переміщення кісток однієї по відношенню до іншої в межах одного суглоба. Розрізняють *активну гнучкість*, яка характеризує об'єм рухів, виконуваних людиною за рахунок власних м'язових зусиль, а також *пасивну гнучкість*, яка показує об'єм рухів, виконуваних із докладанням сил іззовні.

Для фізичної діяльності функціональне значення має тільки активна гнучкість. Амплітуда рухів у з'єднаннях кісток залежить від форми суглобових поверхонь та еластичності м'язово-суглобового апарата і зумовлена індивідуальними особливостями будови цих з'єднань у конкретної людини і здатністю їх адаптуватися до виконуваних функцій.

Амплітуда гнучкості залежить від внутрішніх і зовнішніх факторів, не постійна і може змінюватися.

До *внутрішніх факторів* гнучкості суглобів відносяться форма суглоба, взаємне розміщення з'єднаних кісток у певно-



му суглобі, положення кісток у сусідніх суглобах, вік, стать, ступінь тренуваності.

Головними анатомічними факторами, що визначають амплітуду рухів у суглобах, є *кісткові обмежувачі* і *функціональні гальмівні механізми*. Прикладом кісткових обмежувачів можуть бути остисті відростки хребців при розгинанні хребта, ліктювий відросток – при розгинанні передпліч, великий вертел – при відведенні стегна й ін. До функціональних гальмівних механізмів відносять м'які тканини: м'язи-антагоністи і зв'язки, що оточують суглоб.

Взаємне розміщення кісток і суглобів впливає на амплітуду рухів у них. Наприклад, відведення стегна відбувається з більшою амплітудою, якщо воно попередньо супіноване. При такому положенні виключається участь великого вертела в якості механічного обмежувача рухів у кульшовому суглобі. Супінація і пронація гомілки в більшій мірі досягаються при згинанні ноги в колінному суглобі через те, що розслаблюються його коллатеральні (бокові) зв'язки, які є обмежувачами рухів гомілки навколо вертикальної осі при випрямленій нозі. На величину амплітуди рухів у суглобі також впливає взаємне розміщення кісток у сусідніх суглобах у зв'язку з натягненням дво- чи багатосуглобових м'язів-антагоністів. Скажімо, розгинання кисті можливе з більшою амплітудою при зігнутих пальцях, ніж при розігнутих, оскільки в останньому випадку натягуються м'язи-згиначі пальців, що гальмують рух. Амплітуда згинання стегна при зігнутій нозі в колінному суглобі буде більшою, ніж при розігнутому, тому що у другому випадку натягуються двосуглобові м'язи задньої поверхні стегна, що гальмують цей рух.

Об'єм рухів у суглобі залежить від тонусу м'язів, розміщених на протилежному до руху боці. Чисельні м'язи розпочинаються безпосередньо від зв'язок і при скороченні



роблять їх більш пружинистими й менш податливими при розтягуванні (це, наприклад, зміцнення дзьобо-плечової зв'язки двоголовим м'язом плеча, підтримання склепіння стопи за рахунок напруги коротких м'язів стопи і м'язів гомілки). Скорочення одного м'яза чи групи м'язів (згиначів) спричиняє розтягування іншої групи м'язів (розгиначів), які протистоять цьому розтягненню і зменшують обсяг руху.

Прикладами гальмування рухів з боку зв'язок можуть служити дзьобоплечова зв'язка, що утворює склепіння плечового суглоба, – гальмує відведення плеча, клубово-стегнова зв'язка – розгинання стегна під час виконання вправи "шпагат" тощо. Усі зв'язки складаються з колагенових та еластичних волокон, де перші переважають і мають значну міцність, але мало розтягуються. Зв'язки скріплюють суглобові кінці кісток, обмежують і спрямовують їх рух. Нарешті, зустрічаються суглобові гальма, що створюють умови руху в один напрямок і гальмують в інший. Скажімо, внутрішньо-суглобові зв'язки колінного суглоба обмежують надмірне розгинання і не заважають згинанню.

Окрім м'язового антагонізму і зв'язкового компонента, гальмівну роль рухів у суглобах відіграє гвинтоподібне відхилення, наявне у гвинтоподібних суглобах.

Гнучкість залежить від статі та віку індивідуума. У дітей рівень гнучкості більшості суглобів, як правило, вищий, ніж у дорослих чи старших людей, а у жінок – вищий, ніж у чоловіків.

Ступінь гнучкості залежить від регуляторного впливу центральної нервової системи. Покращення збудження нервової системи призводить до збільшення показників гнучкості в суглобах. Так, при емоційному піднесенні амплітуда рухів більша, ніж у депресії й психологічній напрузі.

Рухомість суглоба збільшується на тлі регулярних тренувань.



До зовнішніх факторів, що впливають на рухомість у суглобах, відносять температуру навколишнього середовища і час доби.

Зниження температури оточення зменшує амплітуду рухів у суглобах, а підвищення температури – збільшує. Такий факт пояснюється рефлекторною дією холоду або тепла на тонус м'язів. Із зниженням температури повітря тонус м'язів підвищується, а відповідно, збільшується гальмівна дія м'язів-антагоністів. У зв'язку з цим при зниженні температури навколишнього середовища потрібно збільшити час розминки як загальної, так і спеціальної. Під час розминки підсилюється робота серця, підвищується кров'яний тиск, відкриваються резервні капіляри у м'язах і покращується периферичний потік крові. Це веде до зниження в'язкості м'язів, вони краще розтягуються, а звідси й збільшується гнучкість суглобів.

Протягом доби гнучкість суглобів неоднакова. Найменша вона вранці та ввечері, а максимальна – у 12–14 годин, і ці коливання помітніші в дітей, ніж у дорослих; у спортсменів вони менші, ніж у тих, хто не займається спортом. Наявність біоритмів потрібно враховувати при зміні спортсменами годинникових поясів.

Підсумовуючи, відзначимо, що гнучкість визначається наступними факторами:

а) внутрішніми:

– анатомічним (вид суглоба, стан сполучнотканинних структур і сухожилків, що його оточують);

– біомеханічним (напрямок тяги м'язів, їх еластичність і сила);

– біохімічним (активніший обмін речовин у м'язах і суглобах підвищує температуру тіла, чим покращує гнучкість);

– статтю (у жінок гнучкість вища, ніж у чоловіків);



– віком (найбільша гнучкість у віці до 15 років, після чого вона поступово знижується);

– психологічним станом (високий рівень психологічної напруги викликає підвищення м'язового тону, що призводить до зниження гнучкості; емоційне піднесення збільшує амплітуду рухів);

б) зовнішніми:

– добовими біоритмами (найбільшу гнучкість відзначають від 12 до 14 годин, а вранці та ввечері – найменшу);

– температурою навколишнього середовища (чим вища температура навколишнього середовища, тим виразніше проявляється гнучкість).

Морфо-функціональні особливості з'єднань кісток у спортсменів досліджуються фізичними, інструментальними й лабораторними методами.

Різновидами *фізичного методу* є огляд, у процесі якого встановлюють форму суглоба і стан навколосуглобових тканин (наприклад, почервоніння внаслідок запального процесу), а також пальпація, за допомогою якої визначають, наприклад, хруст усередині суглоба.

До *інструментальних методів* дослідження суглобів належить цілий ряд методів, в основі яких – застосування певних приладів.

При застосуванні *функціонально-метричних методів* обстеження суглобів використовують прилади для визначення й контролю величини амплітуди рухів у суглобах – гоніометри, або кутоміри. У спортивній практиці використовують гоніометри різних систем і модифікацій. Розроблені прилади для реєстрації рухів у декількох площинах і суглобах. Наприклад, універсальний стопокутометр дозволяє фіксувати одночасно згинання (розгинання) у гомілковостопному суглобі, пронацію (супінацію) стопи, обертання у колінному суглобі;



полісуглобовий кутомір вимірює рухомість у плечовому, ліктьовому, колінному і кульшовому суглобах. Створені прилади для визначення рухомості у променево-зап'ясному суглобі при різних положеннях передпліччя, а також для одночасного вимірювання рухомості в суглобі, швидкості переміщення ланки, прискорення руху, реєстрування сили м'язів із записом, зберіганням і відтворенням на дисплеї та друком на принтері.

У гоніометричній практиці знаходять застосування контактні, дистанційні й контактнo-дистанційні технічні засоби вимірювання, що дають результат у кутових і лінійних одиницях.

Контактні засоби вимірювання – це прилади, закріплені на тілі обстежуваного. До них належать гоніометри і ротатометри.

Дистанційні засоби вимірювання – це прилади, не розраховані на контакт з обстежуваним. До них відносять:

- а) фото-, кіно- і відеореєстраційні комплекси;
- б) технічний інструмент у вигляді вимірювальних лінійок і візирних планшетів.

Контактнo-дистанційними засобами вимірювання є комплекси, що поєднують у собі контактний і дистанційний способи. До них відносяться засоби з дистанційним зніманням сигналу, отриманого за допомогою радіотелеметричних датчиків або гнучких світловодів, розміщуваних на час обстеження на тілі спортсмена. Використання гнучких світловодів особливо ефективно у вивченні кутових переміщень частин тіла, які на своєму протязі мають кривизну, наприклад, стопи, хребет.

З-поміж різноманітності дистанційних засобів вимірювання увагу привертають візирні планшети, застосування яких не вимагає спеціального дорогого обладнання. Конструктивно візирний планшет становить прозору пластину



(наприклад, з органічного скла) розміром 9×12 см або 13×20 см, на якій гравіруються шкали відстаней і кутів відповідно у вигляді горизонтальних (вертикальних) і похилих осей. Точки перетину осей виділяються отворами, які у процесі вимірювання виконують функцію контрольних точок.

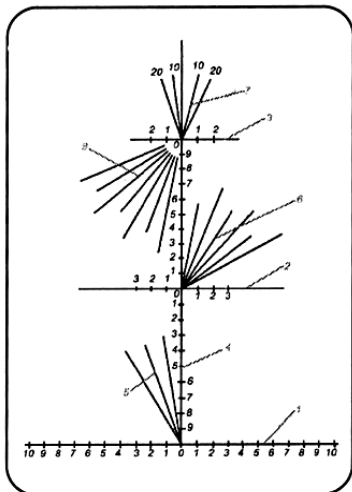


Рис. 5.7. Візирний планшет

Роль контрольних спрямовувачів виконують горизонтальні і вертикальні осі (рис. 5.7).

Під час спостереження дослідник утримує планшет на віддалі 30 см від очей і 5–6 м від обстежуваного. Для оцінки виконання завдання (вправи) контрольні точки планшета суміщають із контрольованими суглобами, а контрольні напрямки орієнтують уздовж горизонтальної і вертикальної осей тіла обстежуваного і/або уздовж осей

предмета, з яким працює обстежуваний. Для ілюстрації на рис. 5.8 взятий приклад візуального спостереження за параметрами рухів штангіста і снаряду, розроблений Р. Татишвіллі (1969).

За допомогою візирних планшетів можна вимірювати кутові, лінійні горизонтальні й лінійні вертикальні переміщення тіла, частин тіла і снарядів. Перевага візирних планшетів у тому, що з їх допомогою можна здійснювати об'єктивний контроль не просто на віддалі, а за природно віддаленим спортсменом, наприклад, стрибки у воду.

Спортивна (медична) гоніометрія (від гр. *gonia* – "кут" і гр. *metreo* – "вимірюю") – антропометричний метод дослідження рухових функцій суглобів шляхом вивчення ампліту-



ди рухів у них кутоміром (гоніометром). У поєднанні з соматичною характеристикою гоніометрія є розділом кісткової конституції людського тіла.

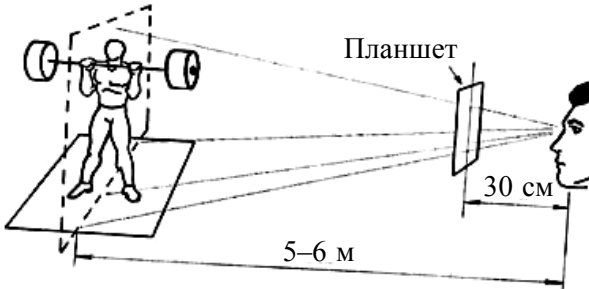


Рис. 5.8. Схема організації процедури спостереження

Загальновідомим і найпростішим інструментом вимірювання кутів, зокрема й між з'єднаними кістками для вимірювання амплітуди рухів у них, є транспортер (рис. 5.9), який складається з півкола з двома паралельними шкалами – зовнішнім із поділками від 0° до 180° і внутрішнім із поділками від 180° до 0° , з'єднаного з лінійкою з рискою посередині. У гоніометричній практиці часто використовують круговий транспортер, що має зовнішню шкалу від 0° до 360° і внутрішню – від 360° до 0° .

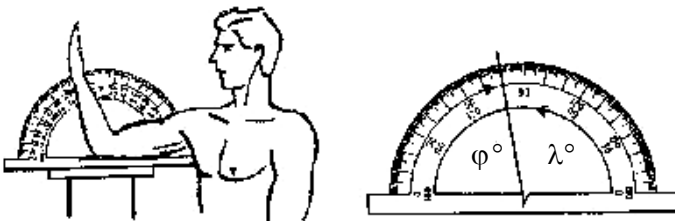


Рис. 5.9. Вимірювання кута λ° між ланками верхньої кінцівки (плечем і передпліччям) і кута відхилення φ° за допомогою транспортира



Працюючи з транспортиром, потрібно дотримуватися наступних правил:

1. Лінійку транспортира розміщують уздовж нерухомої ланки в площині (фронтальній, сагітальній, горизонтальній), у якій здійснюється рух рухомої частини тіла.

2. Рискю лінійки транспортира зіставляють із суглобом.

3. Для вимірювання кута між ланками λ° використовують шкалу транспортира, напрямок якої співпадає з напрямком від нерухомої ланки до рухомої.

4. Для вимірювання кута відхилення φ° використовують шкалу транспортира, напрям якої співпадає з напрямком від вихідного положення рухомої ланки до нерухомого, тобто положення, яке ця ланка займе в момент вимірювання.

Гоніометрія як метод вивчення обсягів рухів у суглобах інколи становить певні труднощі. Важко визначити вісь руху для складних дій, де залучено понад двох кісткових зчленувань, наприклад, таких як згинання і розгинання зап'ястка. Незручності виникають, коли бранші гоніометра утримують уздовж осей кісток частин тіла.

Зауважимо, що існують суміжні кути: *міжланковий кут* (λ) і *кут відхилення* (φ), показані на рис. 5.10. Тому, коли мова йде про фізичну величину "суглобовий кут", у висновках потрібно конкретизувати, тобто називати вид кута, вимірювання якого зроблено: міжланковий чи кут відхилення; інакше, не знаючи різновид кута, можна зробити два альтернативні висновки замість однозначного одного.

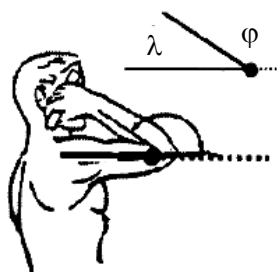


Рис. 5.10. Суміжні кути – міжланковий і відхилення – при проведенні гоніометрії

Під час визначення рухливості в суглобах дотримуються наступних правил:



- вимірювання потрібно проводити в ранкові години;
- не можна здійснювати вимірювання після великих фізичних навантажень, окрім спеціальних досліджень;
- перед вимірюванням проводять розминку, включаючи до неї рухи з амплітудою, що зростає;
- максимальна величина рухливості тої чи іншої ланки тіла має визначатися з її вихідного положення;
- бранші гоніометра прикладають до антропометричних точок, позначених на шкірі обстежуваного дермографічним олівцем (фломастером);
- під час вимірювань стрілка гоніометра має пересуватися тільки в площині, перпендикулярній осі обертання обстежуваної ланки тіла.

Існує два варіанти вимірювань найпоширенішим гравітаційним гоніометром. При першому гоніометр за допомогою гумових кілець прикріплюється на дистальній ланці тіла, відзначається положення стрілки. Різниця між першим і другим показниками стрілки і є амплітудою рухів у суглобі.

При другому методі гоніометр кріплять на нерухомій бранші товстотного чи штангового циркуля. Одна бранша циркуля встановлюється на осі вимірюваного суглоба, друга, з закріпленим гоніометром, – на дистальному кінці кістки, що входить у досліджуваний суглоб. Після здійснення руху відзначається різниця між початковим і кінцевим положенням кістки, уздовж якої розміщувалася штанга циркуля.

На рис. 5.11 наведений приклад вимірювання кута згинання у променево-зап'ясному суглобі з застосуванням гоніометра Гамбурцева. Такі гоніометри придатні для вимірювань у вертикальній площині (сагітальній і фронтальній), об'єктами вимірювань можуть бути кути відхилення ланок, з'єднаних практично з будь-якими суглобами, зокрема й кути відхилень окремих ланок хребта, але вимірювання можуть проводитися тільки у статиці.



Величину амплітуди рухів можна визначати за допомогою вимірвальних стрічки чи рулетки в *лінійних одиницях*.

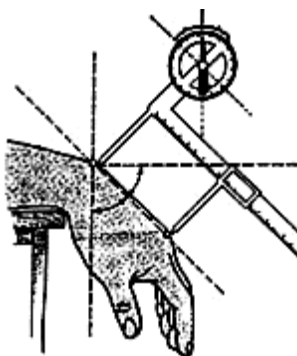
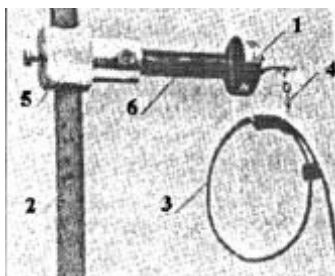


Рис. 5.11. Вимірювання кута згинання у променево-зап'ясному суглобі

Для цього використовується прилад (рис. 5.12,*а*), що конструктивно складається з рулетки, яка самозгортається (1), штатива (2), ремінця (3) з карабінчиком (4) і кронштейна (5). Рулетка трубкою (6) з'єднана з рухомим кронштейном і може встановлюватись у будь-якому положенні, ремінці за допомогою карабінчика поєднані з рулеткою (рис. 5.12,*б*).

Рухомість у суглобі оцінюють за довжиною витягнутої з рулетки стрічки при згинанні, розгинанні, відведенні, обертанні кінцівки, нахилах і поворотах тулуба в різні боки, а також при деяких специфічних рухах в окремих видах спорту. Чим більша довжина витягнутої з рулетки стрічки, тим вищий рівень розвитку тестованої рухомості (гнучкості).



а



б

Рис. 5.12. Будова приладу (*а*) і вимірювання величини амплітуди згинання / розгинання кисті (*б*)



Для нівелювання індивідуальних особливостей конструкції тіла при вимірюваннях рухомості у променево-зап'ясному, ліктьовому, плечовому і гомілково-стопному суглобах ремінці закріплюють на однаковій віддалі від центру суглобів, а при замірах у кульшовому і міжхребцевих суглобах – рівновіддалено від передньої верхньої ості клубової кістки. З урахуванням мінімальних розмірів низькорослих спортсменів ремінці рекомендують прикріплювати на таких відстанях від суглобів: для кисті – 10 см, передпліччя – 20 см, плеча – 24 см, тулуба – 30 см, стегна – 35 см, гомілки – 30 см і стопи – 15 см.

Вимірювання обсягу рухів в окремих суглобах

Вимірювання амплітуди рухів плечового поясу в грудинно-ключичному суглобі навколо сагітальної осі у фронтальній площині виконується за допомогою циркуля-гоніометра або гравітаційного гоніометра, з'єданого з лінійкою, розміщеною вздовж ключиці або осі лопатки (якщо та добре визначається). Вихідне положення – звичайна стійка. Слідкують, щоб обстежуваний не здійснив одночасно рухів у хребті у вигляді нахилів у протилежний від вимірювання бік. Фіксують кути при опусканні й підніманні плечового поясу. Рух навколо вертикальної осі вимірюють рідше. Ряд авторів пропонує візуально визначати рух уперед і назад від фронтальної площини.

Можуть проводитись вимірювання за допомогою лінійки з ковзним повзунком, який пересувають кінчиками пальців піднятої до горизонталі й випрямленої в ліктьовому суглобі руки. Вихідне положення – звичайна стійка, прямі руки відведені до 90° у плечовому суглобі. Слідкують, щоб не відбувалися скручування і нахил у хребті при рухах плечового поясу вперед і назад. Для цього дослідник тримає грудну клітку



обстежуваного з боків; з початком її руху позначається величина, на яку пересунувся повзунок вимірної лінійки.

Рух у плечовому суглобі звичайно здійснюється в поєднанні з рухами плечового поясу. Тому виділити і виміряти рух тільки в плечовому суглобі методично важко. Надійні дані отримують тільки при вимірюванні відведення, приведення і поворотів навколо вертикальної осі – пронації й супінації. Точна фіксація відведення в плечовому суглобі можлива тільки при нерухомій лопатці, коли дослідник однією рукою міцно притримує нижню частину лопатки, а другою повільно відводить руку обстежуваного. М'язи руки, що відводиться, повинні бути максимально розслаблені. При появі м'язового напруження рух припиняють і обстежуваному пропонують натиснути на руку дослідника – здійснити приведення. Такий прийом знижує напругу привідних м'язів і дозволяє здійснити пасивне відведення. Лопатку можна фіксувати натисканням униз у ділянці акроміального відростка, не даючи підніматися плечовому поясу. Вихідне положення для вимірювання відведення – звичайна стійка, вимірювання здійснюється за допомогою гравітаційного гоніометра.

Вимірювання амплітуди відведення у правому плечовому суглобі за участю поясу верхньої кінцівки за допомогою гоніометра з браншами проводять наступним чином: одна бранша гоніометра встановлена паралельно хребту, друга – вздовж осі плеча; ліва рука обстежуваного піднята вгору, щоб виключити участь у русі грудного відділу хребта (рис. 5.13, 5.14).

Ротацію у плечовому суглобі вимірюють при відведеному плечі до кута 90° , це дозволяє виключити вплив руху лопатки на розмах руху при пронації (поворот усередину) й супінації (поворот назовні). Вихідне положення – звичайна стійка, руки відведені на 90° , передпліччя зігнене під прямим кутом до плеча, на ньому й закріплюють гоніометр.



Решта рухів у плечовому поясі вимірюється за максимальним розмахом, тобто визначається загальна рухомість плечового поясу і плечового суглоба. Вимірювання загальної рухомості у спорті виправдане й інформативне, однак під час процедури завжди потрібно слідкувати і виключати додаткові рухи у хребетному стовпі.

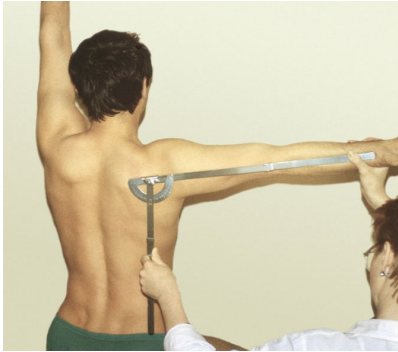


Рис. 5.13. Вимірювання амплітуди відведення у правому плечовому суглобі за участю поясу верхньої кінцівки



Рис. 5.14. Вимірювання гоніометром амплітуди згинання правого плечового суглоба за участю поясу верхніх кінцівок

Рух у ліктьовому суглобі. При вимірюванні згинання і розгинання в ліктьовому суглобі необхідно пам'ятати про парадоксальну роботу м'язів та обов'язково фіксувати плече, перешкоджаючи розгинанню, або користуватися двома гравітаційними гоніометрами: один з них закріплюється на плечі, другий – на передпліччі. Виконується згинання в суглобі – із показань гоніометра на передпліччі вираховуються покази гоніометра на плечі. Вихідне положення – звичайна стійка.

Амплітуди руху в ліктьовому суглобі (згинання – розгинання) за допомогою гоніометра з браншами вимірюють наступним чином: одна бранша розміщена вздовж осі плеча,



друга – вздовж передпліччя на шилоподібному відростку променевої кістки (рис. 5.15).

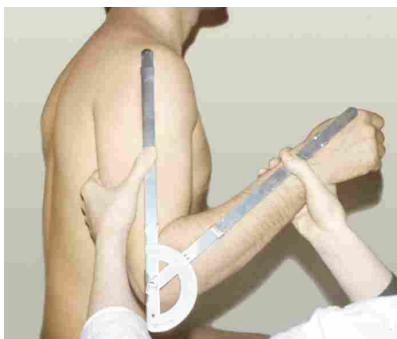


Рис. 5.15. Вимірювання амплітуди руху в ліктьовому суглобі (згинання – розгинання) за допомогою гоніометра

У фронтальній площині розрізняють варусне і вальгусне положення передпліч, тобто відхилення передпліч відносно плеча під кутом, відкритим досередини або назовні. Положення передпліччя в сагітальній площині можуть бути з недорозгинанням на $5-10^\circ$, що в більшості випадків пов'язане з розвитком м'язової системи і тонусом м'язів. Амплітуда рухів – $150-160^\circ$.

Пронація і супінація (рис. 5.16) визначається звичайним гравітаційним гоніометром, шкала якого розміщена у фронтальній площині, а також ротаметром (рис. 5.17). Методика вимірювання амплітуди руху в ліктьовому суглобі за допомогою ротаційного гоніометра наступна: бранші орієнтовані вздовж осі передпліччя, зігнутого під прямим кутом у ліктьовому суглобі, визначають амплітуду пронації й супінації передпліччя. Вихідне положення: передпліччя зігнуте до кута 90° для внеможливлення впливу рухів у плечовому суглобі. Амплітуда рухів – 180° .

Рух у променево-зап'ясному суглобі. Вимірювання здійснюють гоніометром, прикріпленим на середині п'ястних кісток, згинання і розгинання проводять при пронованому



положенні передпліччя, відведення і приведення – в його середньому положенні між пронацією й супінацією. Вихідне положення: рука зігнута в ліктьовому суглобі, передпліччя лежить на краю стола. Рука дослідника притискає передпліччя обстежуваного до стола. Амплітуда рухів: розгинання – $65-70^\circ$, згинання – $80-90^\circ$, відведення – $50-60^\circ$, приведення – на 20° більше за відведення.

Рис. 5.16. Пронація і супінація кисті й передпліччя у променево-зап'ястному суглобі



Рис. 5.17. Вимірювання амплітуди руху в ліктьовому суглобі за допомогою ротаційного гоніометра



При вимірюванні ліктьового відхилення (девіації) кисті гоніометром одну з його бранш розміщують уздовж повздожньої осі передпліччя, другу – за т. зв. середнім променем кисті, що відповідає повздожній осі III пальця, а шарнір приладу знаходиться на лінії з'єднання шилоподібних відростків (рис. 5.18).



Амплітуду рухів малих суглобів кисті визначають дисконим кутоміром (рис. 5.19).

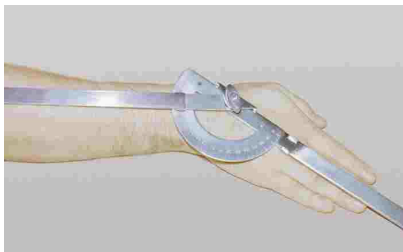


Рис. 5.18. Вимірювання ліктьової девіації (відхилення) кисті за допомогою гоніометра



Рис. 5.19. Вимірювання амплітуди руху у дрібних суглобах кисті за допомогою дискового кутоміра

Рух у кульшовому суглобі. Розгинання найкраще визначати в положенні на спині, що дозволяє виключити рух у поперековому відділі хребта, який при вертикальному положенні приймають за рух у кульшовому суглобі. У цьому випадку – вимірювання у вертикальному положенні – обов'язково другим гоніометром визначається кут нахилу таза, для чого лінійку гоніометра розміщують уздовж лінії: верхівка вертела – середина крил клубової кістки; показники другого гоніометра віднімають від показників гоніометра, розміщеного на дистальній частині стегна. Амплітуда руху – $15-18^\circ$.

Згинання в кульшовому суглобі потрібно вимірювати в положенні лежачи на спині з гомілкою, зігнутою в колінному суглобі (рис. 5.20). Друга нога розміщується горизонтально на столі, утримується асистентом або максимально зігнута й фіксується руками обстежуваного для виключення руху в поясі нижньої кінцівки. Одна бранша гоніометра утримується на середній пахвовій лінії, а друга – на повздовжній осі стегна, шарнір гоніометра розміщений у ділянці верхівки великого вертела.



У спорті іноді виникає необхідність виміряти рухомість прямої ноги. У цьому випадку дослідник утримує ногу, рухомість якої визначається, за п'яту і злегка допомагає руху. Гоніометр закріплюють на дистальній частині стегна паралельно повздовжній осі стегна. Амплітуда руху при зігнутій у колінному суглобі нозі – близько 120° , при прямій – 90° (рис. 5.21).



Рис. 5.20. Вимірювання амплітуди руху в кульшовому суглобі

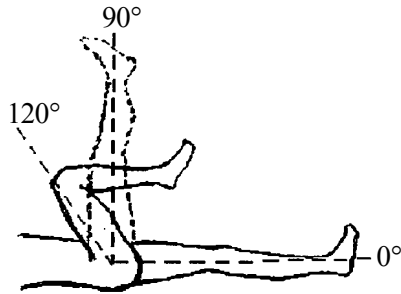


Рис. 5.21. Амплітуда згинання кульшового суглоба при зігнутій і випрямленій нижній кінцівці

Відведення в кульшовому суглобі вимірюється з вихідного положення – лежачи на спині з прямими ногами. При положенні стоячи дуже важко виключити рух у протилежному кульшовому суглобі. Якщо умови не дозволяють виміряти відведення лежачи, рекомендується один гоніометр закріпити на дистальній частині стегна, рухомість якого вимірюється, а другий розмістити таким чином, щоб лінійка проходила від передньої верхньої клубової ості вертикально вниз. Відповідно різниця показань гоніометрів характеризує амплітуду відведення.

Треба пам'ятати, що відведення в кульшовому суглобі збільшується при його згинанні і зменшується – при розгинанні. Усі вимірювання проводять при однаковому положенні



стегна в сагітальній площині. Амплітуда відведення – 40–45°, приведення – 20–30°.

Пронація й супінація стегна в кульшовому суглобі вимірюється у вихідному положенні лежачи на животі з зігнутою гомілкою до 90° у колінному суглобі або стоячи на одній нозі з зігнутим до 90° стегном і гомілкою. Гоніометр закріплюють уподовж повздовжньої осі гомілки. Амплітуда рухів наступна: пронації – 40°, супінації – 45°.

При визначенні внутрішньої ротації стегна за допомогою ротаметра обидві бранші закріплюють строго вздовж осі стегна і проводять вимірювання (рис. 5.22).



Рис. 5.22. Вимірювання амплітуди рухів у кульшовому суглобі: вимірювання внутрішньої ротації лівого стегна за допомогою ротаметра

У колінному суглобі рухомість вимірюється з положення стоячи, гоніометр закріплюється на гомілці в дистальній частині з орієнтацією його осі вздовж лінії, що з'єднує середину зовнішньої щиколотки з головкою малої стегнової кістки (рис. 5.23).

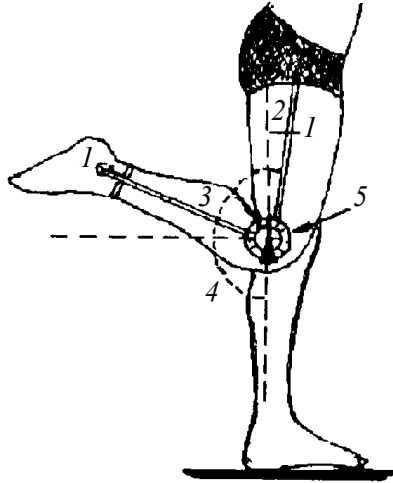
Під час вимірювань слідкують, щоб стегно не здійснювало компенсаторні рухи в кульшовому суглобі. Для цього на стегні закріплюють другий гоніометр, покази якого віднімають із показів гоніометра, розміщеного на гомілці.



Ротація гомілки визначається при положенні сидячи із зігненим коліном і повністю розігнутій стопі. Дослідник утримує стегно, попереджаючи його рух. Амплітуда руху індивідуально широко варіює.

Рис. 5.23. Вимірювання кута руху в колінному суглобі за допомогою гравітаційного гоніометра:

1 – бранші гоніометра; 2 – кут розгинання стегна в кульшовому суглобі; 3 – кут згинання в колінному суглобі; 4 – кут згинання в колінному суглобі (від вертикалі); 5 – гравітаційний гоніометр



Згинання і розгинання стопи вимірюють при зігнутому коліні, гоніометр закріплюють на підшві або тильній поверхні стопи (враховуючи її нахил). Можлива амплітуда розгинання – 18–25°, згинання – 45°.

За іншим методом вимірювання амплітуди руху в гомілково-стопному суглобі, гоніометр розміщують на внутрішній поверхні гомілки: його шарнір відповідає верхівці внутрішньої щиколотки, одна його бранша розміщена на повздовжній осі гомілки, а друга – на т. зв. другому промені стопи, який відповідає повздовжній осі II пальця, й орієнтована на головку II плюснової кістки (рис. 5.24).

Суглоби мають фізіологічну норму рухомості (рис. 5.25), і збільшувати її насильно небезпечно для здоров'я (таблиця 5.2).



Рис. 5.24. Вимірювання амплітуди руху в гомілково-ступневому суглобі

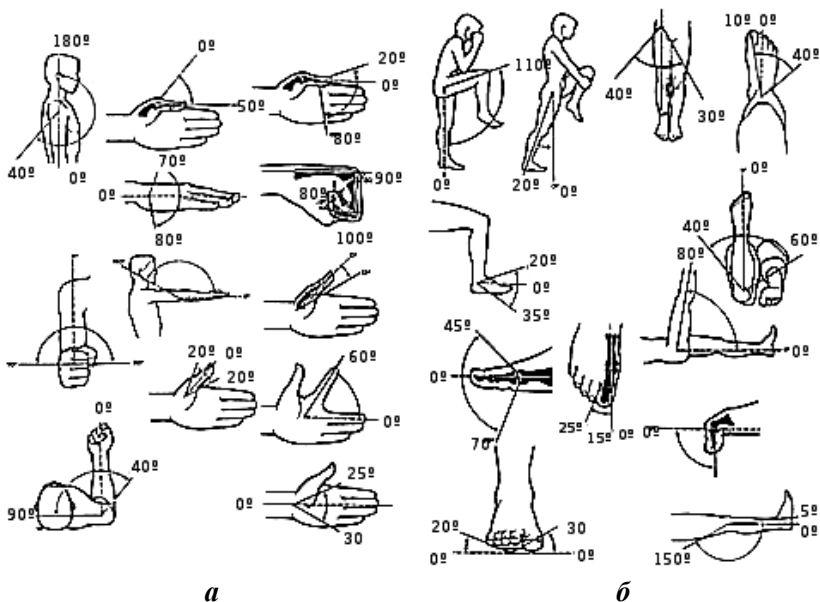


Рис. 5.25. Фізіологічна норма амплітуди рухів у деяких суглобах:

а – верхньої кінцівки; *б* – нижньої кінцівки



Таблиця 5.2. Фізіологічна норма обсягу рухів у суглобах кінцівок

Назва руху та її площина	Кут, град.
Згинання і розгинання в плечовому суглобі	180
Розгинання в плечовому суглобі	60
Відведення в плечовому суглобі	180
Внутрішня і зовнішня ротації в плечовому суглобі	90
Згинання в ліктьовому суглобі	150
Пронація і супінація передпліччя	90
Згинання в променевоzap'ястному суглобі	80
Розгинання в променевоzap'ястному суглобі	70
Згинання в 2–5-му п'ястно-фалангових суглобах	90
Згинання в 2–5-му міжфалангових суглобах	100
Згинання в кульшовому суглобі при розігнутому колінному суглобі	90
Згинання в кульшовому суглобі при зігнутому колінному суглобі	120
Відведення в кульшовому суглобі	45
Приведення в кульшовому суглобі	30
Зовнішня ротація в кульшовому суглобі	45
Внутрішня ротація в кульшовому суглобі	35
Згинання в кульшовому суглобі	135
Тильне згинання в гомілковостопному суглобі	20
Підошвове згинання в гомілковостопному суглобі	50

Показник рухомості в суглобах вираховується шляхом порівняння здобутих даних із середніми арифметичними значеннями рухомості в конкретних суглобах (див "Метод антропометричних стандартів" у розділі 4), отриманими на основі обстеження великих груп спортсменів (M) з урахуванням квадратичних відхилень ($\pm\sigma$). Рухомість у суглобі вважають нормальною, якщо її величина відхиляється від середнього значення не більше ніж на величину одного квадратичного відхилення, тобто перебуває в межах $M \pm \sigma$. Показник рухомості може бути віднесений до високих, якщо



величина перебуває в межах $M + 2\sigma$, або – до числа низьких, якщо величина – в межах $M - 2\sigma$. У випадках відхилення, що перевершують 3 квадратичні відхилення ($M \pm 3\sigma$), показник рухомості вважається дуже високим або дуже низьким.

Променим методам обстеження належить основне місце в інструментальному дослідженні з'єднань кісток, а найважливішим серед них є *рентгенологічний*. За рентгенограмами можна вивчати поверхні з'єднаних кісток та їх форму, структуру суглобових кінців, ступінь їх окостеніння, суглобову щілину, яка виглядає як смуга просвітління між суглобовими кінцями кісток, та ін. Суглобова щілина проекційно відповідає суглобовим хрящам та іншим внутрішньо-суглобовим утворенням (дискам, меніскам, зв'язкам, синовіальним складкам), а також істинній анатомічній суглобовій щілині. Проте питома вага останньої в цьому просвіті незначна. За певних режимів можливе дослідження м'яких тканин суглоба, зв'язок, внутрішньо-суглобових утворень. Рентгенологічні обстеження функцій суглобів показують, що рухи в них не обмежуються тільки суглобовими поверхнями, а можуть виходити за їх межі, і що висока пасивна рухомість можлива за рахунок розходження країв суглобових поверхонь з'єднаних кісток.

Усе частіше, з появою нових високоінформативних технологій, у практиці використовуються такі методи, як *комп'ютерна томографія* і *магнітнорезонансна томографія*, що дозволяють отримати найповнішу й високоякісну інформацію стану з'єднань кісток.

Ультразвукове дослідження суглобів – простий, недорогий, а звідси, й доступний та безпечний метод. Дозволяє на ранніх етапах виявити запальні й деструктивні зміни м'яких компонентів (наприклад, потовщення синовіальної оболонки), визначити наявність мінімального об'єму вільної рідини в порожнині суглоба та навколосуглобових сумках, оцінити



характер цієї рідини, визначити захворювання чи пост-травматичне пошкодження суглобів на ранніх стадіях, нерівності контурів і цілісність кісток, наявність остеофітів на їх краях, товщину і структуру суглобового хряща, звуження суглобової щілини. Перевагою цього методу є й те, що він дає можливість багаторазового динамічного дослідження як скринінгового, так і в процесі лікування. Показаннями для ультразвукового дослідження суглобів такі: травма, біль у ділянці суглоба, обмеження рухомості, зміна форми, пропальповані ущільнення в ділянці суглоба, набряк тканин у навколосуглобовій ділянці та ін.

Ендоскопічне дослідження (артроскопія) – мінімальна інвазивна хірургічна маніпуляція, здійснювана з метою візуального дослідження чи лікування внутрішньої порожнини суглоба за допомогою артроскопа.

Лабораторний метод застосовують для дослідження синовіальної рідини суглоба.

5.4. Дослідження хребта інструментальними методами

Окрім огляду спини і візуального визначення правильності кривизни хребта, використовують й об'єктивні морфологічно-функціональні методи – антропометричний і рентгенологічний.

При патологічних станах хребта можливі його викривлення в сагітальній (кіфоз, лордоз) і фронтальній (сколіоз) площинах. Для визначення ступеня фізіологічної кривизни в сагітальній площині й сколіозів застосовують штирковий сколіозиметр (рис. 5.29), а для бокових викривлень хребта (у фронтальній площині) – висок (рис. 5.26,*б*), сколіозиметр Біллі-Кирхгофера (рис. 5.27,*б*), лордозоплечосколіозиметр П. Білоусова (рис. 5.27,*а*) та ін. Фізіологічну кривизну хребта



можна визначати лінійкою під час вимірювання зросту на дерев'яному ростометрі чи від нитки виска (рис. 5.28), а за допомогою лінійок – трикутник талії (рис. 5.30).

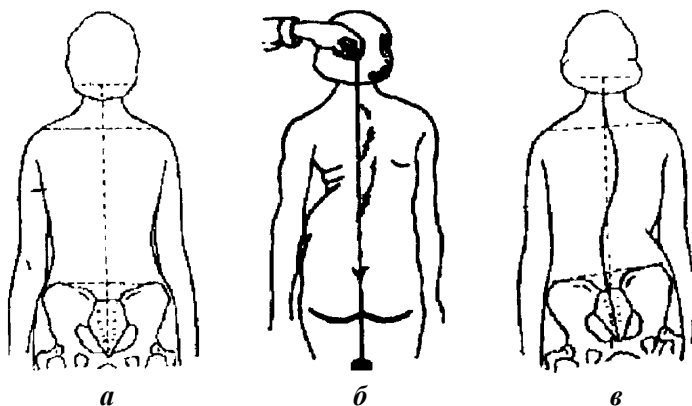


Рис. 5.26. Лінії надпліч і таза при нормальній формі хребта (а) і його викривленні (в). Визначення викривлення хребта за допомогою ниткового виска (б)

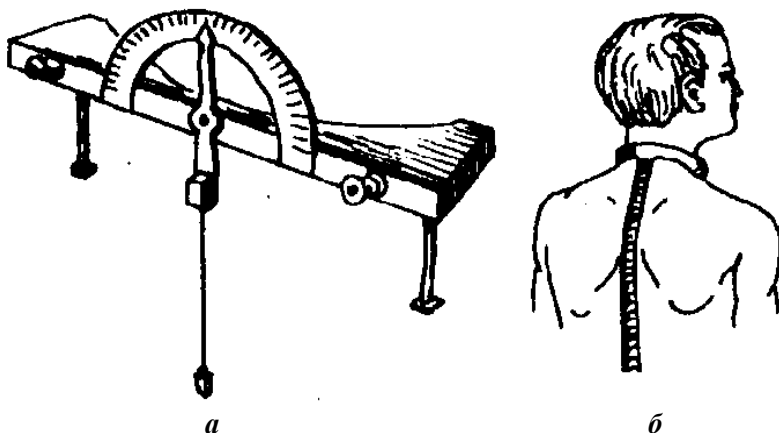


Рис. 5.27. Лордозоплечосколіозиметр П. Білоусова (а), прилад Біллі-Кирхгофера (б)

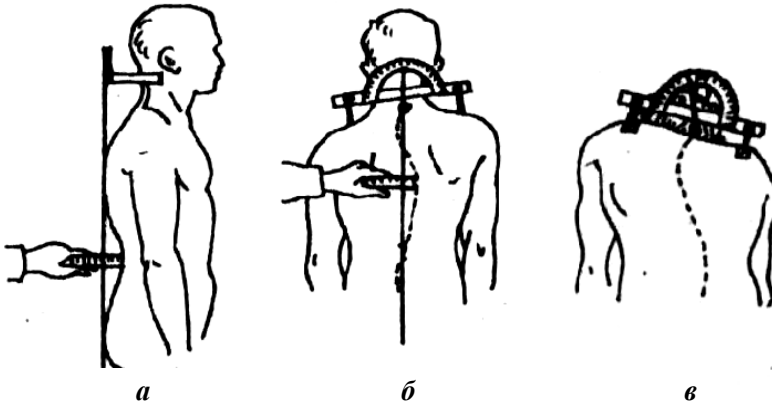
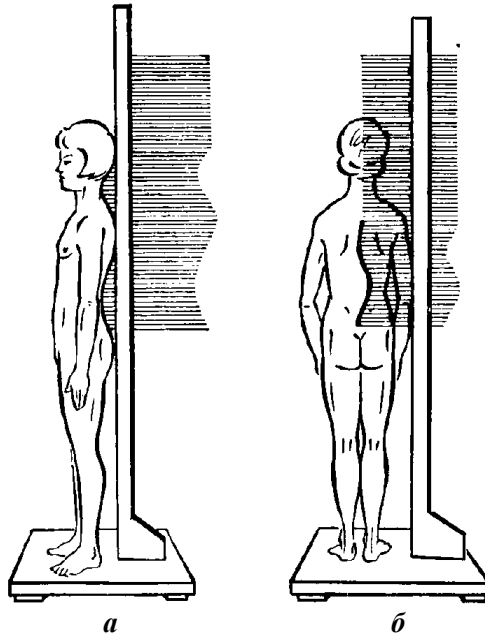


Рис. 5.28. Схема вимірювання фізіологічних згинів у шийному і поперековому відділах хребта (*а*) та при його викривленні при сколіозі (*б, в*)

Рис. 5.29. Вимірювання величини фізіологічної кривизни і сколіозів штирковим сколіозиметром (на вертикальній штанзі горизонтальні рухомі штирі, що утворюють контур хребта):
а – у сагітальному напрямку;
б – у фронтальному (боковому) напрямку



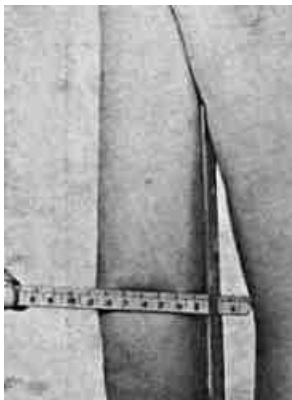


Рис. 5.30. Вимірювання трикутника талії за допомогою двох з'єднаних лінійок

5.4.1. Визначення гнучкості хребта

Загальна гнучкість хребта визначається за допомогою гоніометра (у кутових градусах) і штанговим циркулем (у сантиметрах). Мірою лінійних фізичних величин є лінійка з поділками (метр – м, сантиметр – см, міліметр – мм), кутових величин – транспортир із поділками (градус – $^{\circ}$, хвилина – $'$, секунда – $''$). Гнучкість хребта визначається на основі вимірювання амплітуди рухів тулуба у фронтальній, сагітальній і горизонтальній площинах (згинання його вперед, назад, нахили в сторони і навпаки).

З практичної точки зору, найбільше значення має гнучкість хребта, яку визначають вимірюванням амплітуди рухів при максимальному згинанні, розгинанні, нахилах у сторони і ротації тулуба навколо повздовжньої осі тіла. Звичайно гнучкість хребта фіксують за здатністю людини нахилитися вперед, стоячи на підвищенні, користуючись лінійкою, або вимірювальною стрічкою (рівень вимірювання – від площини підошви), або найпростішим приладом, на якому планка переміщується вздовж сантиметрових поділок (рис. 5.31,*a*). Реєструється сумарна рухомість у кульшовому суглобі й хребті.



Для визначення гнучкості хребта в попереково-крижовому відділі, а також еластичності м'язів задньої поверхні стегна і гомілки виконується нахил з прямими ногами з положення сидячи (рис. 5.31, б). Обстежуваний сідає без взуття з боку позначки "-" так, щоб його п'яти були на лінії нульової поділки. П'яти розведені на відстань 20–30 см, ступні вертикальні, руки вперед, долоні вниз. Дослідник, притискаючи коліна до підлоги, не дозволяє згинати ноги під час нахилів. Виконуються три повільні нахили (долоні ковзають по розміченій лінії). Кращий результат зараховується за кінчиками пальців (пальцева антропометрична точка) з точністю до 1,0 см. Коли ж обстежуваний не досягає нульової позначки, його гнучкість оцінюють кількістю сантиметрів зі знаком "мінус". Перед тестом виконується невелика розминка м'язів задньої поверхні стегна і м'язів спини.

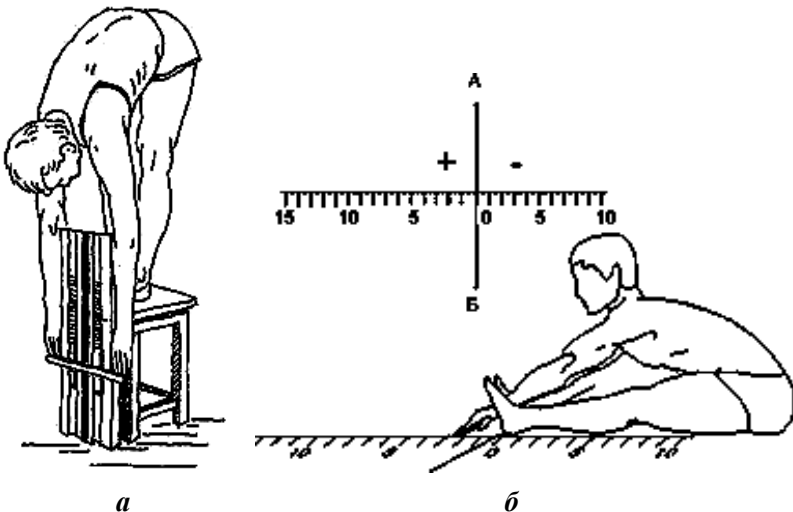


Рис. 5.31. Визначення гнучкості хребта в лінійних одиницях: максимальним нахилом уперед із вертикального положення стоячи (а), із сидячого положення (б)



Бокові нахили визначають за допомогою найпростішого приладу у вигляді дерев'яного штатива зі стійками, обладнаними шкалою з сантиметровими поділками, якими ковзає планка зі спеціальними отворами для вертикальних стійок (рис. 5.32). При вимірюванні ступеня нахилу обстежуваний



Рис. 5.32. Прилад для вимірювання амплітуди рухів тулуба

захоплює рукою планку і виконує послідовно згинання, розгинання й бокові нахили тулуба. Амплітуда здійснюваних тулубом рухів, відображається на шкалі.

Об'єктивізації досліджень амплітуди рухів хребта допомагає виконання рухів на тлі градушованої сітки.

Для визначення функціональних можливостей згинання поперекового відділу хребта використовують тест Шобера. За допомогою вимірювальної стрічки визначають віддаль між остистим відростком першого поперекового хребця і крижовим, а потім обстежуваному пропонують нахилитися вперед. Зміщення стрічки (її подовження)

при нахилі тулуба вперед указує на задовільну гнучкість хребта в поперековому відділі, відсутність її зміщення – на "блокування" рухів.

Метод антропометричного визначення кутових характеристик рухомості й кривизни хребта до вертикалі його відділів: крижового, нижньо- і верхньогрудного, шийного, з обчисленням сумарних кутів поперекового лордозу, грудного кіфозу і шийного лордозу показано на рисунку 5.33. Кути вимірюють гоніометром В. Гамбурцева (1972), прикладаючи його ніжки до відповідних точок. Кути нахилу до вертикалі попереково-крижового і нижньогрудного відділів визначають величину поперекового лордозу. Сума кутів нахилу до верти-



калі верхньогрудного відділу хребта і нижньогрудного-поперекового є показником грудного кіфозу. При гоніометрії хребта опорними є точки, що відповідають остистим відросткам S_4 , L_4 , Th_7 , C_7 хребців (Гамбурцев В., 1973).

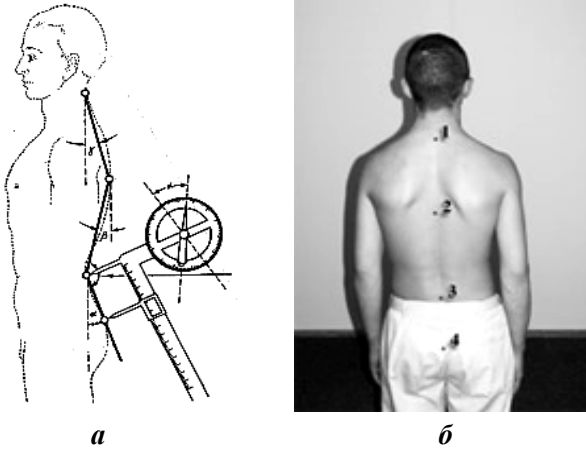


Рис. 5.33. Анатомічні точки, використовувані при дослідженні хребта гоніометром на схемі (а) і на тілі людини (б):

1 – C_7 ; 2 – Th_7 ; 3 – L_4 ; 4 – S_4

Окрім визначення кутів нахилу основних відділів хребетного стовпа у вертикальному положенні й величини сагітальної кривизни хребта, також визначають кутові характеристики при максимальних згинанні й розгинанні, кути нахилу до вертикалі при нахилах вправо і вліво (рис. 5.33–5.37). Особливо важливо, що за допомогою гоніометра можливе диференційоване визначення амплітуд рухів у кульшових суглобах і у різних відділах хребта при згинанні тулуба вперед і назад (через що обмежена рухомість динамічно спостерігається під час лікування і фізичної реабілітації).

Діапазон фізіологічних коливань ступеня порушення при гоніометричному дослідженні наведений у таблиці 5.3.

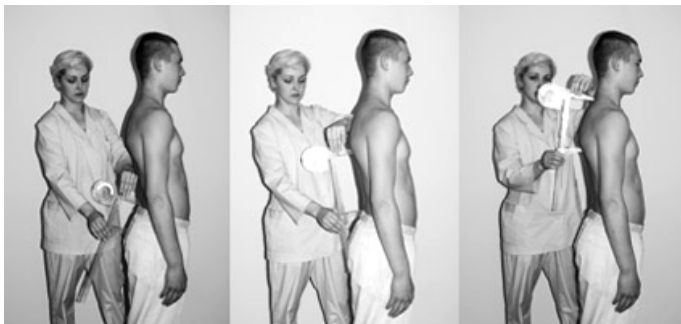


Рис. 5.34. Вимірювання нахилу хребта у вертикальному положенні



Рис. 5.35. Вимірювання нахилу хребта в положенні "нахил уперед"



Рис. 5.36. Вимірювання нахилу хребта в положенні "нахил назад"



Вимірювання рухомості основних відділів опорно-рухового апарата навколо повздожньої осі з одночасним фотографуванням показано на рис. 5.38.



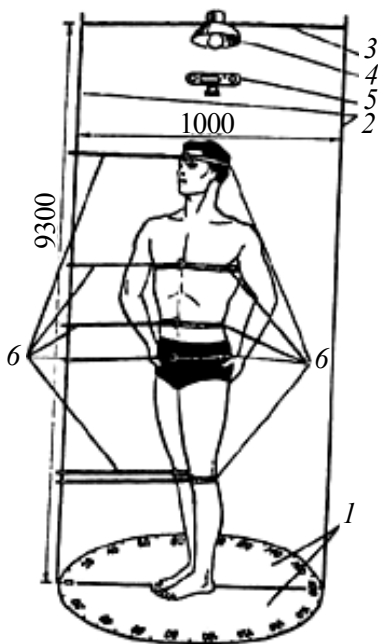
Рис. 5.37. Вимірювання нахилу хребта у фронтальній площині в положенні "нахил вліво", "нахил вправо"

Таблиця 5.3. Діапазон фізіологічних коливань хребта і ступеня їх функціональних порушень

Положення хребта	Кут (°)	Норма	Ступінь функціональних порушень					
			Незначна		Помірна		Виражена	
			менше	більше	менше	більше	менше	більше
Вільне вертикальне положення	A	7–13	5–6	14–16	3–4	17–18	≤ 2	≥ 19
	B	10–15	8–9	16–18	6–7	19–20	≤ 5	≥ 21
	V	9–14	7–8	15–17	5–6	18–19	≤ 4	≥ 20
Максимальне згинання (градуси)	A	60–80	51–59		41–50		≤ 40	
	B	90–115	81–89		61–80		≤ 60	
	V	130–155	121–129		111–120		≤ 110	
Максимальне розгинання (градуси)	A	0–3	4–6		7–8		≥ 9	
	B	35–52	25–34		17–24		≤ 16	
	V	36–50	26–35		16–25		≤ 15	
Нахили в сторони (градуси)	Bs	30–40	20–29		10–19		≤ 9	
	Bd	30–40	20–29		10–19		≤ 9	



Обстежуваний виконує максимально можливий поворот вправо (вліво) на градуйованому, як у кругового транспортира, майданчику. У цей момент здійснюється зенітне фотографування. Потім із кадрів зчитуються і записуються у протокол значення кутів повороту.



Визначаючи рухомість у суглобах, доцільно послідовно вимірювати величину згинання і розгинання хребетного стовпа, суглобів верхніх і нижніх кінцівок; такі дані гоніометрії заносяться до спеціальної карти для динаміки контролю за показниками.

Рис. 5.38. Вимірювання рухомості основних відділів опорно-рухового апарата навколо повздовжньої осі:

- 1 – градуйована шкала приладу;
- 2 – вертикальні стійки;
- 3 – горизонтальна перекладина;
- 4 – освітлювач; 5 – фотоапарат;
- 6 – реміні; штирі (вказівники кута повороту)

5.4.2. Променеві методи дослідження хребта

У діагностиці змін хребта, як і кісток загалом, застосовуються різні методи візуалізації, зокрема рентгенологічні, що мають одне з найважливіших значень у вивченні хребетного стовпа. До цих методів належать проста рентгенографія, рентгено-контрастна, а також томографічні методи дослідження. Контрастні методи застосовують для діагностики захворювань спинного мозку, міжхребцевих дисків тощо.



Комп'ютерна томографія за суттю є рентгенологічним методом діагностики, але має значно вищу інформативність, дозволяючи отримати пошарове зображення, у тому числі й хребців та їх структур, опрацьоване спеціальними комп'ютерними програмами.

Магнітно-резонансна томографія також дає пошарове зображення, але базується на застосуванні не рентгенологічного, а електромагнітного випромінювання.

Рентгенографія – один з найпростіших, доступних і традиційних методів дослідження хребта. Серед недоліків простої рентгенографії -незначна інформативність, оскільки проміння поглинаються щільними тканинами і пропускаються м'якими – оболонками мозку, нервовими корінцями, хрящами міжхребетних дисків. Рентгенографія інформативна при виявленні переломів, їх зміщенні, остеофітів на хребцях, визначенні віддалі між тілами хребців – непрямої ознаки стану міжхребцевих дисків, стану згинів хребта.

Єдиний недолік рентгенологічного методу пов'язаний із застосуванням іонізуючого випромінювання, проте ризик яких-небудь ускладнень, пов'язаних саме з рентгенівською радіацією, дуже низький. Водночас вагітним жінкам рентгенографія хребта протипоказана через потенційно несприятливий ефект на плід.

Рентгенографія може бути як звичайною, де зображення фіксується на спеціальних рентгенологічних плівках, так і цифровою, коли отримана інформація зберігається на цифрових носіях, наприклад, на диску (це зручно, оскільки диск легше зберігається, є можливість оперативної передачі інформації, наприклад, інтернетом).

Найчастішу причину болю у спині – розтягнення зв'язок і м'язів хребта – рентгенографія не виявляє. Інформативнішими методами дослідження є комп'ютерна томографія, магнітно-резонансне дослідження, мієлографія та ін.



Денситометрією визначають мінеральну щільність кісткової тканини, а отже, й виявляють остеопороз на ранніх стадіях, у першу чергу, поперекових хребців.

Для діагностики сколіозів, визначення їх ступеня, ознак стабілізації і прогресування виконують дві рентгенограми хребта в передньо-задньому напрямку: одну – в горизонтальному положенні обстежуваного на спині, другу – у вертикальному. При складних випадках (вираженій кіфотичній деформації) рентгенограму роблять у боковій проекції в положенні лежачи. На рентгенограмах визначають стан відповідного відділу хребта загалом, хребців і міжхребетних проміжків, а також виконують рентгеноморфометрію.

Методів вимірювання сколіотичних дуг (кута сколіозу) запропоновано декілька.

Метод Фергюссона (Fergusson): кут сколіозу утворений перетинанням ліній, що з'єднують геометричні центри нейтральних хребців із геометричним центром хребця, (апикального) розміщеного на висоті сколіотичної дуги (рис. 5.39).

Метод Кобба (Cobb):

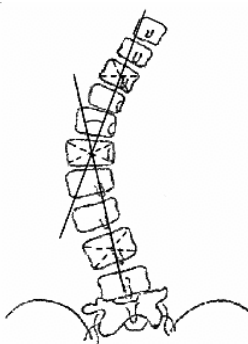


Рис. 5.39. Схема вимірювання кута сколіотичної дуги за методом Фергюссона

І варіант. Кут сколіозу утворений перетинанням перпендикулярів, проведених один до одного від ліній, що проходять по нижній поверхні верхнього і верхній поверхні нижнього нейтральних хребців (рис. 5.40).

II варіант. Цим варіантом методу Кобба користуються при значному викривленні хребта. Кут сколіозу утворюється на перетині ліній, що проходять по нижній поверхні верхнього і верхній поверхні нижнього нейтральних хребців (рис. 5.41).



Метод Лекума (ним послуговуються, коли визначити нейтральні хребці неможливо): кут сколіозу утворюється при перетинанні ліній, що з'єднують геометричні центри двох хребців, розміщених вище від хребця, який знаходиться на вершині сколіотичної дуги, і двох хребців, розміщених нижче від нього (рис. 5.42).

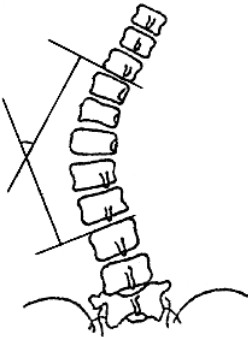


Рис. 5.40. Схема вимірювання кута сколіотичної дуги за методом Кобба – варіант I

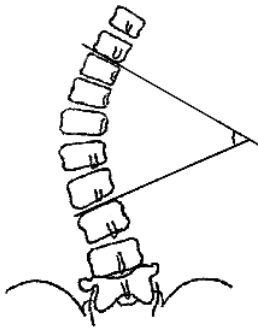


Рис. 5.41. Схема вимірювання кута сколіотичної дуги за методом Кобба – варіант II



Рис. 5.42. Схема вимірювання кута сколіотичної дуги за методом Лекума

Стабільність сколіозу визначають у випадках:

- якщо кут сколіозу в положенні пацієнта лежачи не змінюється, сколіоз вважається фіксованим, або стабільним;
- якщо при розвантаженні хребта, тобто в положенні лежачи, цей кут зменшується, – сколіоз нефіксований (нестабільний).

Визначення прогресивності сколіозу:

- 1) За Мовшовичем, при першому варіанті визначається остеопороз нижньо-бокових ділянок тіл хребців на вершині випуклого боку викривлення хребта в порівнянні із вгнутих боком.



За другим варіантом, виявлення на рентгенограмі хребта двох росткових зон у клиноподібному хребці свідчить про його активне зростання, а відповідно – про прогресивність сколіозу.

2) За Риссером, ключовий фактор тут – наявність неокостенілих апофізарних зон росту гребенів клубової кістки.

Нижче наведені вертикальні передньо-задні рентгенограми в динаміці на тлі застосування спеціальної лікувальної фізкультури при різній тяжкості викривлень хребта. На рис. 5.43 презентовані знімки 8-річного Г. 1997 року народження з діагнозом: ідіопатичний сколіоз; лівобічна грудна, правобічна поперекова деформація хребта I ступеня тяжкості (початкові основні дуги $T_7 - L_1$ і $L_1 - L_5$ на рентгенограмі від 21.01.2005 р. – відповідно 10 і 6°), прогресивна нестабільна відносно компенсована форма. Через рік після початку лікування спеціально дібраним комплексом фізичних вправ зменшилися фронтальний кут верхньої дуги – на 5° і кут ротації апікальних хребцевих дуг викривлення – на 2°, а ще через рік було підтверджено збереження отриманого результату.

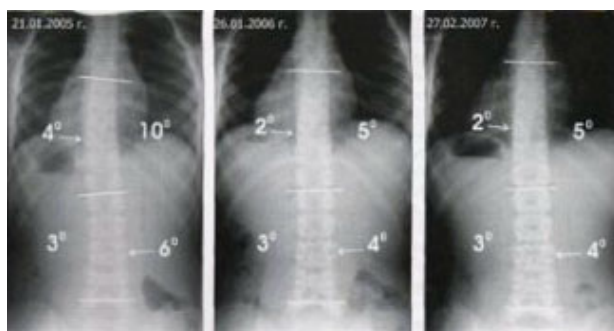


Рис. 5.43. Вертикальна передньо-задня рентгенограма пацієнта Г. 1997 року народження в динаміці спостереження. Сколіоз I ступеня. Стрілками вказані кути ротації апікальних хребців T_{10} і L_3 основних дуг деформації



На рис. 5.44 показана рентгенографічна динаміка деформації хребта у 6-річного пацієнта Ш. 1993 року народження з діагнозом: ідіопатичний сколіоз, правобічна грудо-поперекова деформація хребта II ступеня тяжкості (початкова основна дуга $T_8 - L_2$ на рентгенограмі від 17.01.1999 р. – 24°), прогресивна нестабільна субкомпенсована форма. Через рік після початку лікування було виявлено зменшення кута основної дуги викривлення у фронтальній площині на 18° і кута ротації апікального хребця дуги – на 10° . Ще через рік досягнуті результати підтвердилися.

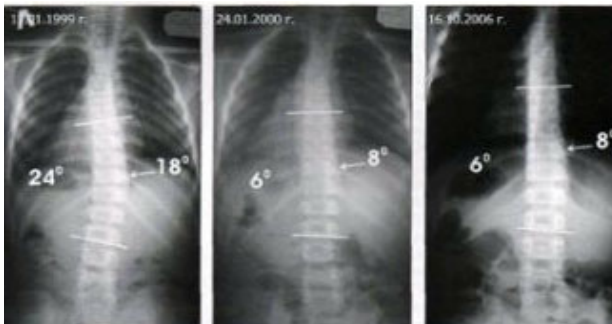


Рис. 5.44. Вертикальні передньо-задні рентгенограми пацієнта Ш. 1993 року народження в динаміці спостереження.

Сколіоз II ступеня. Стрілкою вказаний кут ротації з апікальним хребцем T_{11} основної дуги деформації

Прикладом досягнутої й утриманої корекції сколіотичної деформації III ступеня при застосуванні спеціальної лікувальної фізкультури служить рис. 5.45. 15-річному пацієнту К. 1987 року народження був установлений діагноз: ідіопатичний сколіоз; правобічна грудино-поперекова деформація хребта III ступеня тяжкості (початкова основна дуга $T_{11} - L_4$ на рентгенограмі від 03.12.2002 р. – 30°), прогресивна нестабільна субкомпенсована форма. Через рік після



початку лікування зменшився кут основної дуги у фронтальній площині на 5° і кут ротації апікального хребця дуги – на 2° . Через 3 роки лікування кут основної дуги зменшився ще на 6° , загальне зменшення склало 11° у порівнянні з початковим.

Досягнення й утримання корекції сколіотичної деформації IV ступеня показані на рис. 5.46.

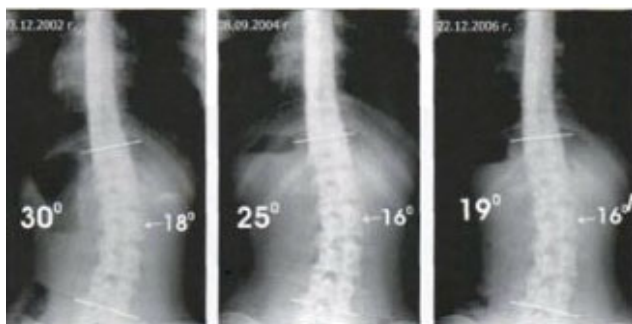


Рис. 5.45. Вертикальна передньо-задня рентгенограма пацієнта К. 1987 року народження в динаміці спостереження. Сколіоз III ступеня. Стрілкою вказаний кут ротації апікального хребця L_2 основної дуги деформації

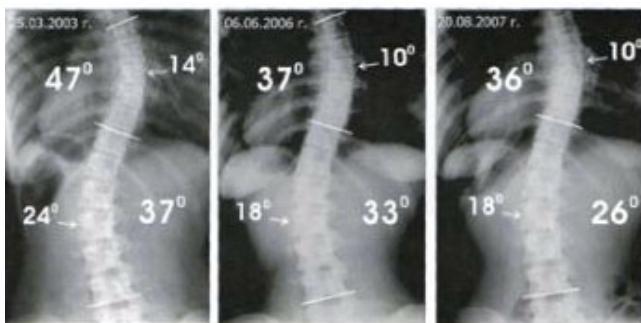


Рис. 5.46. Вертикальна передньо-задня рентгенограма пацієнта А. 1988 року народження в динаміці спостереження. Сколіоз III – IV ступенів. Стрілками вказані кути ротації апікальних хребців T_8 і L_2 основних дуг деформації

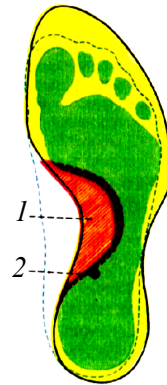


5.5. Інструментальні методи дослідження стопи

Стопа – найнижчий відділ нижньої кінцівки, що має склепінчасту будову, а завдяки з'єднанням кісток і потужним зв'язкам – гнучкість та еластичність, виконуючи амортизаційну функцію при ходьбі, бігу, стрибках (рис. 5.47). При порушенні анатомії стопи відбувається порушення її функції, змінюється ходьба.

Рис. 5.47. Вигляд підошви стопи дорослої людини (за М. Іваницьким):

1 – незавантажена частина при стоянні без навантаження; 2 – пункт падіння осі центру тяжіння на стопу



Методи дослідження стопи:

1. Візуальний.
2. Вимірювальний:
 - а) подометричний;
 - б) пантографічний.
3. Рентгенологічний.
4. Оптичний.

Огляд стопи проводять у положенні сидячи, стоячи і при ходьбі. Обстежуваний встає босими ногами на тверду рівну поверхню, стопи паралельні на віддалі 10–15 см. При огляді ззаду визначається положення п'яtkової кістки відносно гомілки, стан повздожнього і поперекового склепінь стопи. При нормальній стопі осі гомілки і п'яти співпадають, при плоскостопості частіше осі п'яти і гомілки утворюють кут,



відкритий назовні (вальгусне положення п'яти). Нормальне повздожнє внутрішнє склепіння стопи в цьому положенні добре проглядається у вигляді ніші від кінця I плюснової кістки до п'яти. У нішу можна вільно завести кінці пальців. У випадку вираженої плоскостопості склепіння прилягає до площі опори. Різко сплющена в ділянці опори головок плюсневих кісток стопа, з віялоподібно розгорненими пальцями, буває при поперечній плоскостопості.

Попросивши обстежуваного стати колінами на стілець обличчям до спинки стільця – стопи повинні вільно звисати, – забезпечують добрий огляд опорної частини стоп із виразнішим кольором шкіри на них. У нормі опорна частина середини стопи (перешийок) займає приблизно $1/3$ – $1/2$ від поперечної осі стопи. Якщо опорна частина стопи збільшується і охоплює більш ніж половину поперечної осі, стопа вважається сплющеною, коли ж понад $2/3$ поперечної осі – стопа плоска.

Одночасно оглядають опорну частину стопи в ділянці головок плюсневих кісток. Натиски і мозолі всередині цієї ділянки свідчать про неповноцінне поперечне склепіння. З метою виявлення початкових ступенів плоскостопості проводять функціональні проби. За однією з них, босий обстежуваний декілька разів піднімається навшпиньках. При задовільному стані м'язово-зв'язкового апарата спостерігаються супінація п'яти і поглиблення зовнішнього і внутрішнього склепінь. Якщо функція м'язів знижена, то склепіння стопи не збільшується і супінація не відбувається. Потрібно перевірити взуття обстежуваного. Різке зношення внутрішнього боку підшви і каблука вказує на збільшене навантаження в ділянці заднього відділу стопи, нависання верхньої частини взуття над підшовою з внутрішнього чи зовнішнього боку засвідчує неправильну ходьбу, бокове викривлення стопи.



Подометричний (від гр. *pus, podos* – "нога", "стопа" і *metreo* – "виміряти") метод – дослідження стопи шляхом її вимірювання, результати якого відображають пружні коливання дуги повздожнього склепіння стопи. Процедура виконується подометром – приладом для встановлення стану опорно-рухової системи на основі розподілення навантаження на стопу. За допомогою подометра отримують картину розподілу навантаження на підошві стопи. Порівнявши дані про розподілення тиску з результатами огляду, можна зробити обґрунтований висновок про стан стоп і на цій підставі надати оптимальну й ефективну допомогу.

Метод М. Фридлянда (рис. 5.48). В основі методу лежить вимірювання за допомогою спеціального приладу – стопометра чи товстотного циркуля і трикутника: довжини ступні, висоти медіальної частини її повздожнього склепіння, висоти підйому ступні, а також ширини і довжини заднього і переднього відділів ступні. Довжину ступні визначають між п'ятковою й кінцевою точками (від кінця великого пальця або другого, якщо він більший, до кінця п'яти); висоту медіальної частини повздожнього склепіння ступні вимірюють (за відсутності стопометра) звичайним трикутником: під прямим кутом його прикладають до медіального боку, від опорної поверхні до човноподібної горбистості, при вимірюванні ж висоти підйому ступні трикутник прикладається до найвищої точки тильної поверхні ступні (човноподібної кістки).

При нормальному склепінні ступні висота медіальної частини повздожнього зведення коливається в межах 5–7 см. За методом М. Фридлянда вираховується індекс:

$$I = \frac{h}{l} \cdot 100,$$

де I – шуканий індекс (у %); h – висота підйому стопи (у см); l – довжина стопи (у см).



Характеристика індексу стопи, за М. Фриндляндом (табл. 5.4).

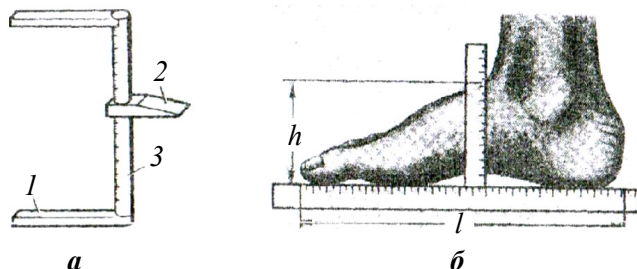


Рис. 5.48. Подометр Фриндлянда і схема вимірювання педометричного індексу Фриндлянда:

a – загальний вигляд приладу: *l* – основа; *2* – рухома планка; *3* – градуйована вертикальна штанга для вимірювання висоти стопи; *б* – вимірювання довжини (*l*); ширини і висоти (*h*) стопи

Таблиця 5.4. Оцінка стопи (за М. Фридляндом)

Величина індексу	Висновок про стан склепіння стопи
25 і нижче	Різка плоскостопість
25,1–27,0	Плоска стопа
27,1–29,0	Знижене склепіння
29,1–31,0	Нормальне склепіння
31,1–33,0	Помірна екскавація
31,1–33,0	Різка екскавація

Існує декілька різновидів подометрів (М. Фридлянда, В. Бехтерової, А. Чоговадзе й ін.). За будовою вони подібні й складаються з 2 взаємно перпендикулярних пластин, на одній з яких є поділки у градусах (для визначення кута відхилення великого пальця), на другій – міліметрові поділки, якою ковзає штанга. Наявні також ще дві пластинки для визначення ступеня вальвації. За М. Фридляндом, висота склепіння стопи вимірюється від підлоги до верхнього краю



човникової кістки, за О. Недригайловою і В. Бехтеровою, – до нижнього краю човникової кістки (від її горбистості).

Можлива стопометрія й без стопометра: обстежуваний стає на аркуш паперу так, щоб його стопи утворили прямий кут до гомілки. Висоту стопи фіксують, циркулем визначаючи відстань від верхньої поверхні човникової кістки до підлоги. Кожну зі стоп обводять на папері олівцем, тримаючи його перпендикулярно. За намальованим контуром вимірюють лінійкою (в міліметрах) довжину стопи від кінчика першого пальця до заднього краю п'яти. Вираховують подометричний індекс (I):

$$I = \frac{h}{L} \cdot 100,$$

де I – пошукуваний індекс (у %); h – висота стопи (у см); L – довжина стопи (у см); 100 – коефіцієнт.

Стопометром чи за контуром стопи можна визначити й індекси ширини стопи (вузька і широка частини її). При поперечній плоскостопості збільшується педометрична ширина в зіставленні з довжиною стопи до 42 % і більше (при нормальній – до 40 %).

Плантографічний (лат. *planta* – "стопа", "підшва" + гр. *grapho* – "писати", "зображувати") метод отримання відбитків стопи полягає у здобутті й обробленні відбитків стоп (плантограм), дозволяє оцінити амортизаційну функцію стопи і застосовується для визначення плоскостопості, разом із педометричним і рентгенографічним методами.

Відбитки стопи найпростіше отримати наступним чином: обстежуваний стає зі змоченими водою стопами на шматок темного лінолеуму, сліди зберігаються достатньо довго для їх огляду. Стійкіші відбитки роблять на папері: спершу обстежуваний стає на товсту тканину чи повсть, змочені 10 %



розчином півторахлористого заліза, а потім – на папір, оброблений 10 % розчином таніну у спирті, – на папері з'являється темний відбиток. Для отримання відбитків стоп також можна використовувати суміш гліцерину, спирту, чорнил (для авторучок) у пропорції 1:1:1 або суміш друкарської фарби з машинним маслом.

Для отримання відбитків дотримуються наступних правил:

- по чергово знімають плантограми правої і лівої стоп;
- на плівку, натягнену на рамку, валиком наносять тонкий шар друкарської фарби, розбавленої машинним маслом;
- на підлогу стелять аркуші паперу і покривають їх рамкою таким чином, щоб змазана фарбою поверхня була звернена вниз до паперу;
- стопи розміщують зі звичним розворотом: одну – біля рамки, другу, обстежувану, – на чистий бік плівки;
- під час розміщення стоп обстежуваний дотримується опори; потім знімає руку з опори і приймає положення нормальної стійки;
- положення головок I і V плюсових кісток позначають на контурі рисками.

Отримані плантограми оцінюють візуально (рис. 5.49, 5.50) або за методами В. Штритера, І. Чижина чи Н. Зав'ялової. Нормальна стопа на відбитку має перешийок, який з'єднує ділянку, що відповідає п'ятковій кістці з ділянкою головок плюсових кісток. У дуже склепінчастої стопи це з'єднання відсутнє, і вона спирається на землю тільки переднім відділом, не маючи опори в середньому відділі.

Метод В. Штритера (рис. 5.51). Між внутрішніми відбитками, що найбільше виступають, проводиться дотична лінія (АБ), у середині якої до перетину з зовнішнім краєм відбитка опускається перпендикуляр (ВД).



Рис. 5.49. Види платограм:

a – нормальна стопа; *б* – стопа з високим склепінням (порожнинна стопа); *в* – гіперпронована (вальгусна) стопа; *г* – сплюснена стопа; *д* – плоско-вальгусна стопа

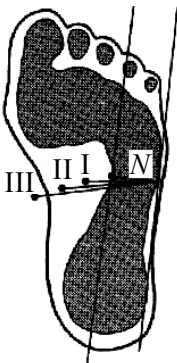


Рис. 5.50. Плантограма і визначення плоскостопі:

N – нормальна стопа;
I – повздовжня плоскостопість I ступеня; *II* – повздовжня плоскостопість II ступеня;
III – повздовжня плоскостопість III ступеня

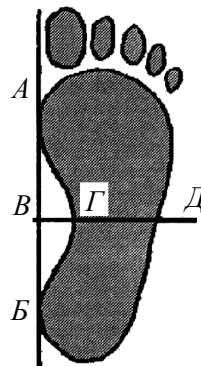


Рис. 5.51. Плантограма та її опрацювання, за методом В. Штритера

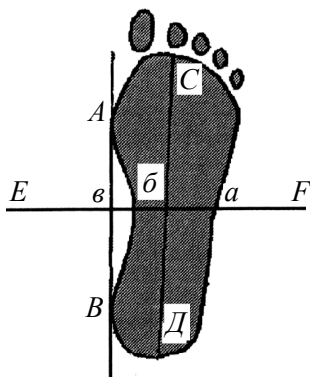


Формулу стопи визначають за індексом:

$$I = \frac{ГД}{ВД} \cdot 100.$$

Характеристика індексу стопи, за В. Штритером: від 0–36 % – екскавована стопа; 36,1–43 % – субекскавована стопа; 43,1–50 % – нормальна стопа; 50,1–60 % – сплюснена стопа; 60,1–70 % – плоскостопість.

Метод І. Чижина (рис. 5.52). Проводиться дотична AB до точок стопи з внутрішнього краю, що найбільше виступають. Лінію CD проводять через середину п'яти до основи II пальця. Через середину опускають перпендикуляр EF до перетину з дотичною AB в точці "в", і з зовнішнім краєм відбитка в точці "а", і внутрішнім – у точці "б".



Плантаграфічний індекс І. Чижина (I):

$$I = \frac{аб}{бв} \cdot 100.$$

Рис. 5.52. Плантаграма та її опрацювання, за методом І. Чижина

Характеристика індексу стопи, за І. Чижиним: від 0–1,0 – стопа не сплюснена; 1,1–2,0 – сплюснена; 2,1 і більше – стопа плоска.

Метод С. Годунова, Г. Потиханової і Н. Черниної (рис. 5.53). Для опрацювання плантограми позначають точки:

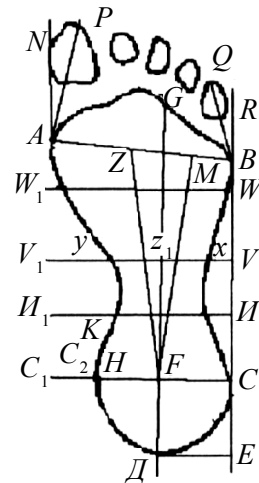
- A – точка виступу головки I плюснової кістки.
- B – точка виступу головки II плюснової кістки.
- D – крайня за довжиною точка п'яти.
- P – крайня за довжиною точка I пальця.



Q – крайня за довжиною точка V пальця.

G – точка на основі відбитка між III і IV пальцями.

Рис. 5.53. Плантаграма та її опрацювання, за методом С. Годунова, Г. Потиханової і Н. Черниної



З'єднаємо точки A і B , відрізок AB ділимо навпіл, позначимо точку Z ($AZ = BZ$). Із точки B проводимо дотичну до зовнішнього краю відбитка. З точки D опускаємо перпендикуляр на дотичну. Перпендикуляр перетне дотичну в точці E . З точки E на дотичну BE відкладемо:

$EC = 0,16$ від довжини стопи PD ,

$EE = 0,30$ від довжини стопи PD ,

$EV = 0,46$ від довжини стопи PD ,

$EW = 0,60$ від довжини стопи PD .

Із точок C , I , V , W проводимо перпендикуляри до дотичної BE : CC_1 , III_1 , VV_1 , WW_1 . Пряма CC_1 перетне внутрішній край відбитка в точці C_2 . Розділивши відрізок CC_2 навпіл, позначимо точку F – центр п'яти, $CF = C_2F$. Пряма VV перетне зовнішній край стопи в точці x , а внутрішній край стопи – в точці y . З'єднаємо точки Z і F . Відрізок ZF – умовна вісь стопи. З'єднаємо точки G і F . Відтінок GF відрізає зовнішню частину повздовжнього склепіння



і перетинає відтинок ху у точці Z_1 . Із точки D через точку F проводимо пряму до перетину з відрізком AB у точці M . Утворюється кут ZFM . Із точки C_2 по внутрішньому контуру п'яти відкладаємо відрізок C_2K довжиною 1 см. Із точки C_2 опускаємо перпендикуляр C_2H до відрізка CC_2 . Утворюється кут HC_1K – п'ятковий кут. З'єднавши точку A з точкою P , проводимо пряму AN , паралельну умовній осі стопи ZF . Утворюється кут QBR – кут V пальця. З'єднаємо точки B і Q . Проведемо пряму BR , паралельну умовній осі стопи ZF , у результаті чого утвориться кут QBR – кут V пальця.

Плантограму оцінюють за наступними показниками:

1. За коефіцієнтом, що характеризує стан середнього відділу стопи,

$$K = \frac{XY}{VZ_1},$$

де XY – ширина зафарбованої частини перешийка по лінії VV_1 ;
 VZ_1 – ширина зовнішньої частини повздовжньої склепіння:

- до 0,5 – плоска стопа,
- 0,51–1,10 – нормальна стопа,
- 1,11–1,20 – знижене склепіння.

Ступінь сплюснення стопи теж визначається за коефіцієнтом K :

- 1,21–1,30 – I ступінь плоскостопості,
- 1,31–1,50 – II ступінь плоскостопості,
- 1,51 і більше – III ступінь плоскостопості.

2. За величиною п'яткового кута HC_2K . Якщо кут дорівнює 0° або від'ємний (перпендикуляр встановлюється в межах зафарбованої частини відбитка), – стопа плоска з розпластанним або вальгусним поворотом заднього відділу.

3. За протяжністю переднього і заднього відділів стопи, відрізків відповідних ліній WW_1 і III_1 . У плоскій стопі ці



відділи подовжуються навіть при нормальному стані середнього відділу. Проаналізувавши всі вказані параметри, можна встановити стан кожного відділу стопи і найдеформованішого з них. Плантограма при вираженій повздовжній плоскостопості характеризується збільшенням ширини середнього відділу стопи, зменшенням п'яткового кута, подовженням переднього і заднього відділів. Ці ознаки спостерігаються як окремо, так і в комбінації.

4. Взаємне розміщення переднього і заднього відділів стопи характеризується кутом ZFM , що зменшується з відведенням стопи і збільшується – з приведенням. При різкому відведенні кут ZFM набуває від'ємного значення.

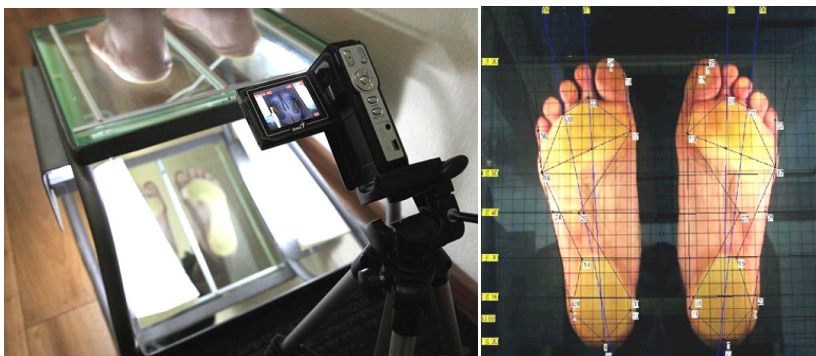
5. Для оцінки стану переднього відділу стопи визначають величину кутів NAP і QBR . Кут NAP більший за 18° і кут QBR більший за 8° характеризують поперечну плоскостопість стопи. При значному розширенні проміжку між I і II плюсовими кістками кут NAP досягає 50° , при розширенні проміжку між IV і V плюсовими кістками кут QBR досягає $20\text{--}25^\circ$.

Оптичний метод. Для вивчення функції стопи оптичним методом побудована конструкція (С. Кузнєцов, І. Менделевич), що становить камеру, верхня частина якої виконана зі скла, а нижня – із дзеркала, розміщеного під кутом 45° до площини стола (рис. 5.54). Зображення фіксується на кінокамеру (фотокамеру) і дає профільне зображення підшви (ділянки анемії в місцях тиску).

Сучасна діагностика плоскостопості, вальгусної деформації й іншої патології стоп здійснюється з застосуванням цифрових технологій, а саме подометра, що є цифровим сканером, призначеним для вимірювання навантаження на стопу (рис. 5.55). Обстежуваному достатньо стати босому на його площадку, що має численні чутливі датчики (тензодатчики).



Отриману експрес-інформацію опрацьовує спеціальна комп'ютерна програма, на монітор виводиться дво- чи тривимірне зображення стопи.



а

б

в

Рис. 5.54. Дзеркальний (оптичний) пантограф із кінокамерою (*а*) та зображення правої і лівої підшви (*б, в*) при оптичній плантографії

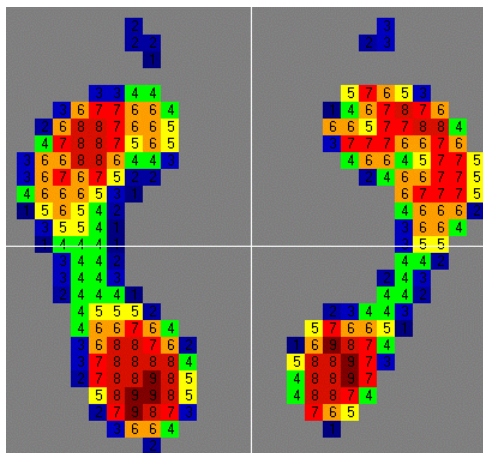


Рис. 5.55. Зображення на дисплеї цифрового подометра



Отримане зображення дозволяє не тільки побачити відхилення за відбитком стопи, але й виміряти їх кількісно, у цифрах, що показують тиск на кожен квадратний сантиметр. Це дає змогу досить точно оцінити ступінь виразності порушень (навіть на самому їх початку), прогнозувати їх небезпеку, відстежити динаміку в процесі лікування.

Рентгенологічний метод. Об'єктивні ознаки плоско-стопості видно на рентгенограмах, зроблених із навантаженням стопи. При повздовжній плоскостопості в бокових проекціях п'ятова кістка розміщена паралельно підшві. Поперечна плоскостопість на рентгенограмах проявляється вираженішим, ніж при нормі, віялоподібним розходженням периферичних відділів плюсневих кісток із збільшеною віддалю між їх головками. Поперечне склепіння стопи зменшується у висоті, головки плюсневих кісток лежать у площині, майже паралельній поверхні підшви стопи (рис. 5.56).



Рис. 5.56. Рентгенограма з визначенням плоскостопості правої стопи людини, виконана в положенні стоячи



Розділ 5. ДОСЛІДЖЕННЯ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО...

Кожен з описаних методів дає орієнтовну характеристику стану склепінь стопи, але всі методи добрі тільки до закінчення статевого дозрівання, коли ще можна виправити склепіння стопи; після 18–20 років виправити дефект уже складно, оскільки скістеніння завершилося.



Розділ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Дослідження серцево-судинної системи спортсмена, як й інших систем, включає п'ять класичних методів безпосереднього обстеження: збір анамнезу (опитування), огляд, пальпація (ощупування), перкусія (вистукування) й аускультация (вислуховування), а також інструментальне дослідження та проведення функціональних проб, лабораторне дослідження.

Розпитування як основний метод збору анамнезу включає деталізацію й аналіз скарг, з'ясування історії захворювання (*anamnesis morbi*) та історії життя (*anamnesis vitae*). При обстеженні спортсменів, перш за все, звертають увагу на присутність серцево-судинних захворювань у сім'ї (ішемічної хвороби серця, периферичних артерій, мозкових інсультів, в основі яких лежить атеросклероз), перенесені захворювання (ангіни, ревматизм, часті застуди), фактори ризику серцево-судинних захворювань. Ураховуються також характер навантажень у попередню добу і скарги на момент обстеження: задишка, серцебиття, перебої в роботі серця, біль або неприємні відчуття в ділянці серця і за грудиною (уточнюються характер, час та умови виникнення), швидка втома, набряки (в першу чергу, на нижніх кінцівках).



При опитуванні з'ясовують хронічні спадкові захворювання, вплив яких збільшує ризик діабету, остеопорозу, ожиріння, ракових захворювань та ін. (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1. Модифіковані фактори ризику хронічних спадкових захворювань (за Г. Сторожаком, А. Горбаченковим, Ю. Позняковою, 2002)

Поведінкові і соціальні	Біологічні	Навколишнього середовища
Нездорове харчування	Гіпертонія	Забруднення повітря
Куріння	Дисліпідемія	Забруднення води
Алкоголь	Гіперінсулінемія	Забруднення ґрунту
Гіподинамія	Гіперглікемія	
Низький соціальний і освітній рівень	Гіперурикемія	
	Тромбогенні фактори	

Дані анамнезу допомагають опосередковано оцінити функціональну повноцінність системи, виявити певні відхилення від норми і своєчасно зробити поглиблене медичне обстеження для оцінки стану адаптації системи кровообігу до фізичних навантажень.

Загальний огляд, виконуваний після збору анамнезу, включає оцінку загального стану, свідомості, положення, будови тіла, стану шкіри, волосяного покриву, видимих слизових, підшкірної жирової клітковини, лімфатичних вузлів, м'язів, кісток і суглобів.

Методична пальпація ділянки серця дозволяє отримати інформацію про стан шлуночків серця і великих судин. Пальпацією визначається пульс на артеріях, верхівковий поштовх.

Метод перкусії серця дозволяє з'ясувати розміри серця (визначається відносна й абсолютна тупість серця – права, ліва, верхня), межі судинного пучка.

Аускультатією вислуховуються тони серця (перший – систолічний і другий – діастолічний) при різних положеннях



тіла і фазах дихання. Зазвичай шуми серця відсутні, проте можуть бути функціональні шуми.

Детальніша діагностика проводиться із застосуванням поглибленого інструментального обстеження.

До найдоступніших показників функціонального стану серцево-судинної системи відносять:

- частоту серцевих скорочень у стані спокою;
- артеріальний тиск у стані спокою;
- показник "подвійного добутку", що опосередковано відображає потребу міокарда в кисні.

6.1. Дослідження артеріального пульсу

Найпростішим методом оцінки функції серця є вимірювання частоти пульсу. Пульс (від лат. pulsus – "удар", "поштовх") – це поштовхоподібне коливання стінок артерій від зміни їх наповнення, пов'язане з серцевими циклами. У сучасній медицині пульсові коливання стінок артерій досліджують двома шляхами: мануальним (пальпаторним) і апаратним (інструментальним). Звичайно пульс визначається на променевій артерії, а також може бути визначений на сонній, скроневій, стегновій артеріях і за верхівковим поштовхом (частота серцевих скорочень). Для визначення частоти пульсу потрібен секундомір.

Перед проведенням пальпаторного дослідження пульсу огляньте ділянку пальпації, на якій не повинно бути рубців. Інколи пульсація артерій настільки виражена, що її можна виявити при огляді (наприклад, при пульсації сонних артерій).

Методика пальпації пульсації променевої артерії. Дослідник (лікар) стає навпроти обстежуваного і прощупує пульсацію променевої артерії (на латеральному боці зап'ястя) на правій і лівій руках: одночасно охоплює трьома пальцями своєї правої руки ділянку пульсації на лівій руці обстежуваного, а пальцями лівої руки – відповідну ділянку на правій



руці обстежуваного. Визначається величина пульсації, її симетричність. Потім лікар продовжує огляд, нащупуючи пальцями ділянку променевої артерії на одній руці обстежуваного й характеризує частоту, ритмічність, наповнення, напруження, висоту, форму. Існують різні методики підрахунку пульсу, але рекомендується проводити підрахунок протягом 1 хв, оскільки при аритміях частота може суттєво змінюватися. У клінічній практиці визначають дефіцит пульсу: один дослідник пальпацією визначає частоту пульсу, а другий, одночасно з першим, вислуховує фонендоскопом частоту серцевих скорочень (у нормі їх підрахунки співпадають, при аритміях – відрізняються, що вказує на дефіцит пульсу).

На плечовій артерії частота пульсу визначається в межах верхньої кінцівки, поряд із ліктем, частіше використовується як альтернатива каротидному пульсу в дітей.

На ліктьовій артерії пульс пальпується на медіальній частині зап'ястя.

На пахвовій артерії його визначають у нижній частині латеральної пахвової стінки.

На стегновій артерії частоту пульсу вираховують на внутрішньому боці стегна, між лобковим симфізом і переднім остюком клубової кістки.

На підколінній артерії він визначається при зігнутому приблизно на 125° колінному суглобі, з пальпацією – у верхній частині підколінної ямки.

На тильній артерії стопи пульс вираховують над склепінням, латеральніше від довгого розгинача великого пальця.

На задній великогомілкової артерії його визначають на два сантиметри нижче і позаду від задньої щиколотки.

На сонній артерії пульс досліджується в ділянці шиї, перед переднім краєм грудинноключичноскоподібного м'яза, вище від під'язикової кістки й латеральніше від щитоподібного хряща.



На поверхневій скроневій артерії пульс пальпують вказівним і середнім пальцями на скроні, дещо вперед і вище від виличної дуги.

Верхівковий поштовх визначається в IV–V лівому міжребер'ї, назовні від середньоключичної лінії. На відміну від інших методів визначення пульсу, цей спосіб оцінює не пульсацію артерій, а безпосередньо скоротливу діяльність серця.

До інструментальних методів дослідження пульсу відносять пульсометрію, пульсоксиметрію, електрокардіографію (наприклад, визначення варіабельності серцевого ритму). Пульсометр – прилад для персонального моніторингу частоти скорочень серця в реальному часі, а також її запису для подальшого дослідження, який широко використовується як фізкультурниками, так і спортсменами циклічних видів спорту (рис. 6.1,*а,б*). Пульсоксиметр – прилад для неінвазивного контролю рівня насичення киснем капілярної крові (рис. 6.1,*в*).



а *б* *в*
Рис. 6.1. Прилади для дослідження пульсу:

а – наручний пульсометр з датчиком на пальці; *б* – пульсометр із безпроводним нагрудним датчиком; *в* – пульсоксиметр

Сучасні пульсометри з нагрудним датчиком, що кріпиться за допомогою нагрудних ременів, передають інформацію на приймач, розміщений на зап'ясті, або на мобільний



телефон. Вони мають додаткові функції: годинника, секундо-метра, таймера, калькулятора індексу маси тіла тощо.

Нормальна частота пульсу дорослої людини у спокої складає 60–80 ударів за хвилину. На частоту пульсу в спокої впливають стать, вік, стан здоров'я, емоційний статус, уживання кави, алкоголю й інших збуджувальних напоїв, час доби та інші фактори. Пульс (частота серцевих скорочень – ЧСС) вищий у вертикальному положенні тіла в порівнянні з горизонтальним. Із віком пульс рідшає, наприклад, у віці від 1 до 2 років він складає 95–155 (середній – 125) уд./хв, від 2 до 4 років – 90–140 (115) уд./хв, від 4 до 6 років 85–125 (105) уд./хв, від 6 до 8 років – 80–120 (100) уд./хв, від 8 до 10 років – 70–110 (90) уд./хв, від 10 до 12 років – 60–100 (80) уд./хв, від 12 до 15 років – 60–95 (75) уд./хв. Під час сну діяльність серця повільніша на 3–7 і більше скорочень, після їжі пульс частішає, особливо коли їжа багата на білки. При підвищенні температури навколишнього середовища збільшується й частота скорочень серця. Величина пульсу (ЧСС), що коливається в межах 80–100 уд./хв, вважається прискореною; понад 100 уд./хв – тахікардією; в межах 59–50 уд./хв – сповільненою; менше від 50 уд./хв – брадикардією.

Зміна частоти пульсу під час навантажень залежить від характеру й інтенсивності виконуваної роботи, спортивної спеціалізації та рівня кваліфікації. При легких фізичних навантаженнях пульс спочатку значно збільшується, а потім поступово знижується до рівня, що зберігається протягом усього періоду стабільної роботи. Інтенсивніша і триваліша робота збільшує пульс (ЧСС), який при максимальній роботі досягає й максимального рівня (величина залежить від тренуваності, віку, статі й інших факторів). У 20-річних максимальний пульс приблизно дорівнює 200 уд./хв, у 64-річних знижується до 160 уд./хв. Частота скорочень серця збільшується пропорційно показнику м'язової діяльності.



Зазвичай при рівні навантаження 1000 кгм/хв серцеві скорочення сягають 160–170 уд./хв, подальше зростання навантаження помірно збільшує частоту скорочень серця – до 170–200 уд./хв, а при ще значнішому зростанні навантаження пульс уже не частішає.

У спокої у спортсменів частіше спостерігається брадикардія (сповільнений пульс, нижче за 50 ударів за хвилину), що, на думку різних авторів, засвідчує високий рівень функціонального стану серця – показник економної функції кровообігу. Відносно високий пульс у спокої (більше від 80 ударів за хвилину) говорить про неповне відновлення після тренувань, про перевтому, перетренування, або про якесь захворювання, що вимагає ретельного лікарського обстеження.

6.2. Вимірювання артеріального тиску

Кров, що тече в судинах, створює тиск на їх стінку. Протягом серцевого циклу рівень артеріального тиску постійно змінюється: підвищується на початку систоли (виштовхування) і знижується під час діастоли (розслаблення). Його рівень залежить від величини серцевого викиду, ємності судинної (артеріальної) системи, інтенсивності відтоку крові і пружності стінок артерій, в'язкості крові, віку, статі, положення обстежуваного (наприклад, тиск і кровотік у легенях), часу доби і фізичної активності, зовнішніх факторів тощо.

Кров'яний тиск від аорти, проходячи артерії, артеріоли, капіляри, венули, і до порожнинної вени зменшується. Розрізняють систолічний (максимальний тиск у момент викиду крові з серця в аорту), діастолічний (мінімальний тиск на стінку судин у момент діастоли), пульсовий, середній динамічний і боковий артеріальний тиск. Різниця між систолічним і діастолічним тисками – пульсовий тиск. Показники систолічного артеріального тиску в новонародженого складають



приблизно 70 мм рт. ст., у віці 1 міс. – 85 мм рт. ст., 6 міс. – 90 мм рт. ст., 5 років – 95 мм рт. ст., 8 років – 100 мм рт. ст., 13 років – 110 мм рт. ст., 18 років – 120 мм рт. ст.

Середній динамічний тиск – це середній рівень тиску, який був би за відсутності пульсових коливань тиску, але забезпечував при цьому такий же гемодинамічний ефект, як при природному коливанні тиску. Боковий систолічний тиск – величина тиску крові на стінку артерії в період систоли шлуночків.

Середній динамічний тиск визначається за рядом формул.

За найпоширенішою формулою:

$$P_m = 0,42A + P_d,$$

де A – величина пульсового тиску; P_d – величина діастолічного тиску (мм рт. ст.).

Формула Вецлера і Богера:

$$P_m = 0,42P_s + 0,58P_d,$$

де P_s – показник систолічного, а P_d – діастолічного тисків (мм рт. ст.).

Формула Хикема:

$$P_m = \frac{A}{3} + P_d,$$

де P_m – пошукувана величина середнього тиску; P_d – діастолічний тиск (мм рт. ст.); A – пульсовий тиск (мм рт. ст.).

Середній артеріальний тиск, один з найважливіших параметрів гемодинаміки, визначають так:

$$САТ = АТ_d + \frac{АТ_п}{2},$$

де САТ – середній артеріальний тиск; АТ_д – діастолічний артеріальний тиск; АТ_п – пульсовий артеріальний тиск.



При фізичній утомі середній артеріальний тиск підвищується на 10–20 мм рт. ст.

Артеріальний тиск можна вимірювати прямим (пов'язаний із катетеризацією) і непрямим методами (найпоширеніший – аускультативний метод М. Короткова, існують також осцилографічний, тахоосцилографічний й інші).

Метод вимірювання артеріального тиску на плечовій артерії, за Коротковим. Перед вимірюванням протягом 30 хв обстежуваний не повинен курити або приймати тонізуючі напої, потрібно, щоб він спокійно посидів протягом 5 (від 3 до 5) хв. У кімнаті проведення процедури має бути тихо і тепло. Руку, на якій вимірюватиметься артеріальний тиск, потрібно розслабити і звільнити від одягу, на ній не повинно бути артеріовенозних фістул для проведення діалізу, рубців від розрізів плечової артерії, лімфадени, яка може бути наслідком видалення пахвових лімфатичних вузлів або променевої терапії.

Прощупайте пульс на променевої артерії, переконавшись, що він не змінений. Перше вимірювання проводять на обох руках, у подальшому – на правій. У випадку, коли відмінність значень артеріального тиску на обох руках перевищує 10 чи навіть 5 мм рт. ст., усі наступні вимірювання проводять на тій руці, де тиск був вищий, про що роблять позначку в документації й попереджають обстежуваного. Вимірювання завжди проводиться на одній і тій самій руці, частіше – на правій (для динамічного спостереження), яка має зручно лежати на столі долонею догори. Розмістіть руку так, щоб плечова артерія (в ділянці ліктьового згину) знаходилася на рівні серця (IV міжребер'я біля краю грудини). Руку обстежуваного потрібно злегка зігнути в ліктьовому згині. Коли обстежуваний сидить, руку краще розмістити на столі, трохи вище від рівня попереку. Вимірюючи артеріальний тиск



людини, яка стоїть, постарайтеся підтримувати руку на рівні середини грудини. Якщо плечова артерія заходиться нижче за рівень серця, показники артеріального тиску можуть бути завищені. Коли ж обстежуваний сам підтримує руку в повітрі, це також може завищувати показники артеріального тиску. Якщо обстежуваний уживає антигіпертензивні препарати або в анамнезі мав запаморочення чи постуральні головокружіння, або коли є підозра на зменшення об'єму крові, яка циркулює (кровотеча, діарея), вимірюйте артеріальний тиск у трьох положеннях тіла: лежачи на спині, сидячи і стоячи (за відсутності протипоказань). У нормі, коли обстежуваний переходить із горизонтального у вертикальне положення, систолічний артеріальний тиск дещо знижується чи залишається незмінним, тимчасом як діастолічний артеріальний тиск незначно підвищується.

Наступні вимірювання, через 1–5 хв після того, як обстежуваний встав, можуть виявити ортостатичну гіпотензію, випущену при попередніх замірах. Повторне визначення артеріального тиску особливо потрібне людям похилого віку. Зниження артеріального тиску на 20 мм рт. ст. і більше, особливо в поєднанні з супутніми симптомами, вказує на ортостатичну (постуральну) гіпотензію. Причини можуть бути пов'язані з уживанням ліків, зменшенням об'єму крові, що циркулює, тривалим перебуванням у ліжку і захворюваннями вегетативної нервової системи.

Розмістіть манжетку з камерою над плечовою артерією. Нижня частина манжетки повинна бути на 2,5 (2–3) см вище від складки ліктьового згину. При діаметрі плеча менше за 42 см використовується стандартна манжетка, при діаметрі більше за 42 см – спеціальна (для дітей застосовуються спеціальні дитячі манжетки). Центр гумової камери повинен зна-



ходитися над плечовою артерією. Закріпіть манжетку так, щоб вона щільно облягала плече. Якщо манжетка не щільно облягає руку або гумова камера надувається за межами манжетки, то отримані показники артеріального тиску можуть бути завищеними. Гумова трубка, що з'єднує гумову камеру з апаратом і грушею, має розміщуватись латерально відносно обстежуваного.

Пальпаторно оцініть систолічний артеріальний тиск. Контролюючи пульс на променевої артерії однією рукою, швидко надуйте манжетку, поки пульс на цій артерії не зникне, додайте ще 20–30 мм рт. ст. Це робиться для того, щоб надто високий тиск у манжетці при її подальшому роздуванні не викликав неприємне відчуття в пацієнта, а також для уникнення помилки, викликані акустичним провалом – беззвучним інтервалом між систолічним і діастолічним артеріальним тиском. Злегка відкрутивши гвинт і підтримуючи однакову швидкість, повільно випускайте повітря зі швидкістю 2–3 мм рт. ст. за 1 с. Відзначте рівень, на якому почуєте звук (I фаза тонів Короткова) хоча б двох скорочень підряд. Ця величина відповідає систолічному артеріальному тиску. Продовжіть повільно знижувати тиск у гумовій камері до тих пір, поки звук, що затихає, не зникне (V фаза). Для переконання, що звуки насправді зникли, продовжуйте слухати, доки тиск не знизиться ще на 10–20 мм рт. ст. Потім швидко випустіть повітря з камери, щоб тиск у ній упав до нуля. Точка зникнення тонів, яка на декілька міліметрів ртутного стовпа нижче від точки початку приглушення, вказує найточнішу цифру діастолічного артеріального тиску в дорослих. Округліть значення систолічного і діастолічного тиску в межах 2 мм рт. ст. Почекайте 2–3 хв і повторіть вимірювання. Якщо показники приладу різняться більш як на 5 мм рт. ст., потрібно виміряти артеріальний тиск ще раз (рис. 6.2).



*Методика вимірювання артеріального тиску
на стегновій артерії*

Показання: підвищений артеріальний тиск у людей молодого віку (до 45 років). Для виявлення коарктації (врожденний порок, що проявляється сегментарним звуженням просвіту аорти) аорти потрібно:

- порівняти наповнення і частоту пульсу на променевій і стегновій артеріях;
- зіставити артеріальний тиск на променевій і стегновій артеріях.

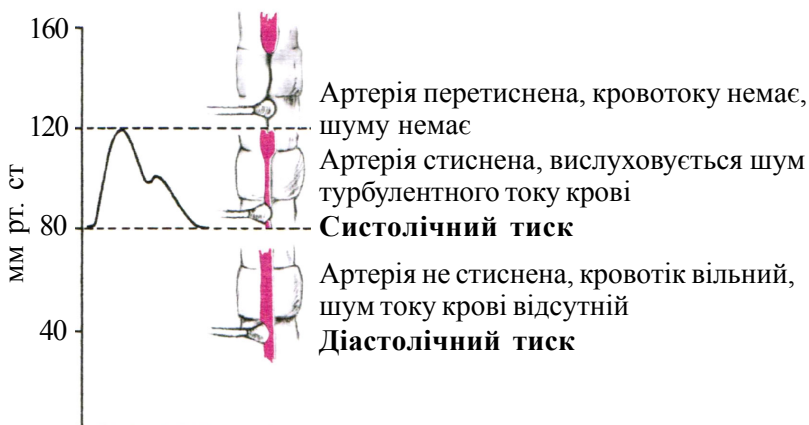


Рис. 6.2. Схема механізму визначення артеріального тиску, за методом М. Короткова

Для вимірювання артеріального тиску на стегновій артерії потрібно використовувати широку довгу манжетку для стегна (18×42 см). Покладіть манжетку на середину стегна. Надувну камеру потрібно розмістити посередині задньої частини стегна, щільно обгорнути манжеткою ногу, прикласти стетоскоп у ділянку підколінної артерії. Обстежуваний лежить на животі або спині, злегка зігнувши одну ногу так, щоб стопа стояла на кушетці. При застосуванні манжеток необхідного



розміру для руки і ноги артеріальний тиск повинен бути однаковим на стегновій і променевої артеріях (використання звичайних манжеток для вимірювання артеріального тиску на стегновій артерії призводить до завищення результатів). Нижчий тиск на стегновій артерії розглядається як відхилення від норми. Коли пульс на стегновій артерії запізнюється або слабший, ніж на променевої артерії, то можна запідозрити наявність коарктації аорти або захворювання, що супроводжується оклюзією аорти. У цьому випадку артеріальний тиск на нозі нижчий, ніж на руці.

Можливі труднощі при вимірюванні артеріального тиску

Збуджений обстежуваний. Хвилювання є частою причиною підвищення цифр артеріального тиску. Намагайтеся зробити так, щоб обстежуваний розслабився і повторить вимірювання, але дещо пізніше (через 20–30 хв).

Обстежуваний з надмірною масою. Використовуйте широку манжетку (15 см). Коли ж окружність руки перевищує 41 см, застосовуйте манжетку для стегна шириною 18 см.

Слабкі або нерозбірливі тони Короткова. Пам'ятайте, що неправильне розміщення стетоскопа, недостатньо щільне прилягання лійки стетоскопа до шкіри, венозний застій на верхній кінцівці внаслідок повторних надувань манжетки можуть послабити тони Короткова.

Якщо Ви зовсім не чуєте тони Короткова, то можете оцінити систолічний артеріальний тиск шляхом пальпації. Не виключене виникнення необхідності використання альтернативних методів вимірювання артеріального тиску, таких як доплерівське дослідження.

Для підсилення тонів Короткова можна використати наступні методи:

– підняти руку обстежуваного до і під час роздування манжетки, потім опустити її й провести вимірювання;



– надути манжетку, попросивши обстежуваного декілька разів стиснути руку в кулак, і потім виміряти артеріальний тиск.

Аритмії. Неправильний ритм є причиною лабільності артеріального тиску, відповідно й недостовірних показників. Не потрібно звертати увагу на зміну даних у результаті випадкового передчасного скорочення. При частих перебоях вирахуйте середнє значення після декількох вимірювань і зважте, що ваші дані приблизні.

Найчастіші помилки в недотриманні методики вимірювання артеріального тиску:

- манжетка і сфігмоманометр розташовані не на рівні серця (зміщено нульову позначку);
- не фіксована рука;
- не звільнена рука обстежуваного від одягу, що стискає;
- повітря в манжетці випускається дуже швидко;
- неточність вислуховування тонів Короткова (дефекти стетоскопа або зниження гостроти слуху дослідника);
- неадекватний розмір манжетки.

Недостовірні показники артеріального тиску, зумовлені дефектами тонометра:

- невірне або порушене калібрування приладу;
- закупорка клапана;
- отвір у трубці або манжетці.

Непрямий метод вимірювання артеріального тиску в артеріях здійснюють за допомогою тонометрів – приладів, що бувають ртутними, механічними, електронними, а останні – автоматичними, напівавтоматичними з манжеткою на плече і зап'ястя. Механічні тонометри працюють за методом Короткова (рис. 6.3).

Вимірювання артеріального тиску рекомендується проводити за допомогою ртутного сфігмоманометра (тоно-



метра). У разі використання інших апаратів (пружинних, електронних) слід регулярно (не рідше ніж один раз на рік) проводити їх калібрування. Застосування в діагностиці артеріального тиску апаратів, у яких манжетка накладається на передпліччя, може призвести до значних помилок, оскільки артеріальний тиск у плечовій і променевої артеріях здатний значно відрізнятись.



a



б



в

Рис. 6.3. Загальний вигляд ртутного сфігмоманометра і різних типів тонометрів для вимірювання за методом Короткова:

- a* – переносний ртутний сфігмоманометр у металевому протиударному корпусі з оригінальним курковим клапаном (Miniature 300B);
- б* – прилад вимірювання артеріального тиску плечового типу механічний ВК2001 зі стетоскопом;
- в* – електронний автоматичний вимірювач артеріального тиску плечового типу Panasonic (модель EW3106)



Зображені на рис. 6.4 монітори призначені для проведення вимірювань у медичних і спортивних закладах, торгових центрах, аеропортах та інших місцях масового перебування людей.



Рис. 6.4. Автоматичний вимірювач артеріального тиску на артеріях верхніх кінцівок

Підвищення артеріального тиску до 140/90 мм рт. ст. і вище називається артеріальною гіпертензією. Щодо артеріальної гіпотензії (артеріальний тиск знижується до 100/60 мм рт. ст.), то в науковій літературі донині немає її загальноприйнятих чітких критеріїв. Уважається, що спортивні тренування динамічного характеру формують "гіпотензію тренуваності", а статичні – сприяють формуванню артеріальної гіпертензії. Критерії виявлення артеріальної гіпертензії у спортсменів повинні бути більш строгими, ніж у неспортсменів, і навіть незначне підвищення артеріального тиску має спричинювати детальніше обстеження.

Загальноприйнятою є запропонована ВООЗ класифікація рівнів артеріального тиску, широко застосовувана на практиці (таблиця 6.2).



Таблиця 6.2. Класифікація рівнів артеріального тиску

Категорія	Систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.	Діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.
Оптимальний	< 120	< 80
Нормальний	< 130	< 85
Підвищений нормальний	130–139	85–89
Гіпертензія 1 ст. (м'яка)	140–159	90–99
Пограничний 2 ст. (помірний)	140–149	90–94
3 ст. (тяжкий)	160–179	100–109
	≥ 180	≥ 110
Ізольована систолічна гіпертензія	≥ 180	< 90
Пограничний	140–149	< 90

За показниками тиску можна вирахувати об'єм систолічний (S) і хвилинний (M), використовуючи формули Лілієнштранда і Цандера:

$$S = \frac{Pd \cdot 100}{D},$$

де Pd – пульсовий тиск; D – середній тиск (половина від суми максимального і мінімального тисків);

$$M = S \cdot P,$$

де S – систолічний об'єм; P – частота серцевих скорочень.

Показник "подвійного добутку" розраховується за формулою:

$$\text{ППД} = \text{ЧСС} \text{ АТ}_c / 100,$$

де ППД – показник подвійного добутку; ЧСС – частота серцевих скорочень; АТ_c – артеріальний тиск систолічний.

Протягом останніх років фірма LifeBEAM (Ізраїль) створила шоломи для пілотів винищувачів, які моніторять інформацію про серцебиття льотчика, його кров'яний тиск



і стежать за рівнем насичення крові киснем під час польоту. При потенційній загрозі, наприклад, гіпоксії, пілот і наземні служби відразу отримують сигнал попередження. Ця ж фірма виготовила й велосипедний SMART-шолом, у якому оптичний сенсорний датчик, який розташовується усередині шолома і прямо стикаючись з головою велосипедиста, вираховує пульс, а потім за допомогою бездротових мереж ANT і Bluetooth передає інформацію на смартфон велосипедиста, фітнес-годинник (пульсометр), або невеликий велосипедний комп'ютер, встановлений на кермі. Маса приладу 50 г, заряду батареї вистачає до 15 год. роботи.

6.3. Дослідження біоелектричної діяльності серця

Електрокардіографія – метод графічної реєстрації біоелектричної діяльності серцевого м'яза, що дозволяє оцінити функцію автоматизму, збудливості і провідності за короткий період часу за допомогою спеціального приладу (електрокардіографа). Традиційно в загальній практиці обстежень цією процедурою реєструють 12 загальноприйнятих відведень ЕКГ (трьох стандартних, трьох підсилених від кінцівок і шести грудних відведень), запис якої є обов'язковим у спокої, під час фізичних навантажень і після їх припинення у відновний період. Крім загальноприйнятих, існують і спеціальні додаткові, підсилені відведення ЕКГ, які дозволяють уточнити за реєстровані під час звичайних відведень зміни.

У спортивній електрокардіографії, так само як у клінічній, проводять аналіз форми передсердно-шлуночкового комплексу, аналіз ритму серця. Систематичні фізичні тренування й заняття спортом, особливо спортом високих досягнень, призводять до суттєвих зсувів у морфологічному аналізі ЕКГ.

Сучасні електрокардіографи відзначаються високою технічною досконалістю і дозволяють проводити як одно-



канальну, так і багатоканальну реєстрацію ЕКГ, автоматичне попереднє розшифрування запису (рис. 6.5). Вони зарекомендували себе як надійні, якісні, портативні прилади, що ідеально підходять для реєстрації біоелектричної діяльності серця, функціональних тестів. Прилади мають пам'ять для збереження попередніх ЕКГ, зручні в експлуатації, портативні (вагою не перевищують 1,5 кг) та комбінованого живлення від акумуляторної батареї і побутової мережі електричного струму.

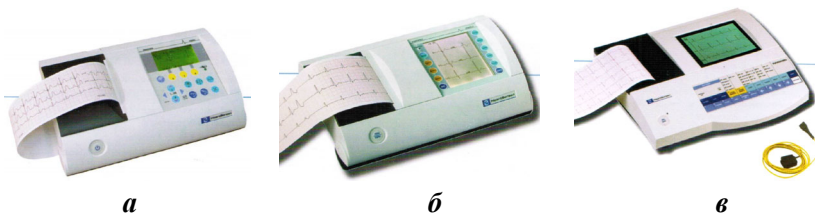


Рис. 6.5. Різні типи сучасних електрокардіографів із графічним дисплеєм, пам'яттю й аналізом ЕКГ:

- а* – найпростіший портативний прилад із пам'яттю та аналізом ЕКГ;
- б* – з можливістю формування попереднього висновку, аналізу варіабельності ритму й аритмій;
- в* – з можливістю підключення до комп'ютера, модуля пульсометрії та роботи з програмою стрес-тест навантаження

Існують також інші портативні реєстратори ЕКГ, наприклад, реєстратор ЕКГ у вигляді наручного годинника дозволяє реєструвати один канал ЕКГ у циркулярному режимі, зберігати обсяг пам'яті до 15 хв і аналізувати її, передавати дані через оптоволоконний кабель, мобільний телефон на модуль (рис. 6.6).

Кишеньковий електрокардіограф із можливістю синхронного запису ЕКГ і пульсоксиметрії (рис. 6.7) можна використовувати автономно і при тривалому моніторингу з виведенням графічної і тестової інформації на дисплей апарата, пам'яттю на 200 фрагментів, а також із передачею даних



Розділ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ...

на персональний комп'ютер та їх архівацією й роздруком на принтері. Прилад мобільний, легкий, негайно готується до оперативного використання.

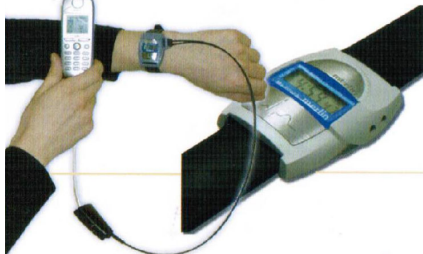


Рис. 6.6. Реєстратор ЕКГ у вигляді наручного годинника

Електрокардіотопографія – метод реєстрації ЕКГ, що дає інформацію про "локальні" зміни в серцевому м'язі за вимірюваннями потенціалу на поверхні тіла, зокрема з дозованим фізичним навантаженням, за допомогою спеціального грудного пояса з умонтованими на 6-ти рівнях 36-ма електродами.

Рис. 6.6. Реєстратор ЕКГ у вигляді наручного годинника



Рис. 6.7. Кишеньковий електрокардіограф із можливістю синхронного запису ЕКГ і пульсоксиметрії

При потребі використовують додаткові однополюсні і двополюсні відведення ЕКГ: черевні, за Небом (W. Nehb, 1938), М. Гуревичем (1968), Слопаком і Партіллі (L. Slopak, L. Partilla, 1950), Клетеном (P. Cletain, 1960), Евансом (W. Evans, 1965), триполюсні системи І. Акулінічева (1960), Тренві



(E. Trethewie, 1958), система "куба" Грішмана і Шерліса (A. Grishman, L. Scherlis), кориговані ортогональні системи відведень Франка (E. Frank, 1954), Мак-Фі (McFee, 1953–1961), Шмітта і Сімонсона (O. Schmitt et E. Simonson, 1957) та багато інших.

Класична ЕКГ – найпоширеніший, але не єдиний метод реєстрації біоелектричної діяльності серця. В останні роки застосовуються амбулаторний 24-годинний (48-годинний) моніторинг ЕКГ, черезстравохідна електрокардіографія і діагностична електрокардіостимуляція й под.

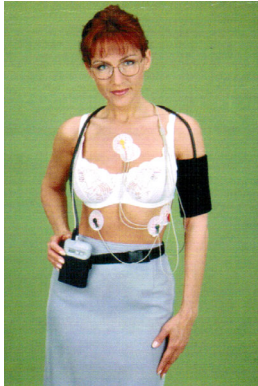
Амбулаторний, або *добовий* (ще – *холтерівський*) *моніторинг ЕКГ* – метод безперервної, протягом тривалого часу (від однієї до трьох діб) реєстрації ЕКГ (біоелектричної діяльності серця), що проводиться в амбулаторних умовах при дотриманні обстежуваним звичного для нього способу життя, що дозволяє оцінити діяльність серця в умовах звичної активності (реакцію серця на фізичне й емоційне навантаження, його стан під час сну та ритм і провідність протягом доби, виявлення епізодів больових та безбольових ішемій міокарда, уточнення причини непритомностей, контролю медикаментозного лікування, процесу реабілітації тощо). Широко використовуваний нині метод застосовують із 1961 року, коли біофізик Норман Холтер винайшов портативний апарат для спостереження за серцевим ритмом. Спочатку він важив понад два кілограми, зараз же вдосконалений прилад Холтера має вагу не більше 100 грамів.

За цим методом реєстрації біоелектричної діяльності серця, на грудній клітці обстежуваного розміщуються одноразові електроди-липучки. До них приєднується кардіореєстратор (розміром приблизно 5×6 см), закріплюваний на поясі. Запис розшифровує спеціальна програма на комп'ютері (рис. 6.8).



Розділ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ...

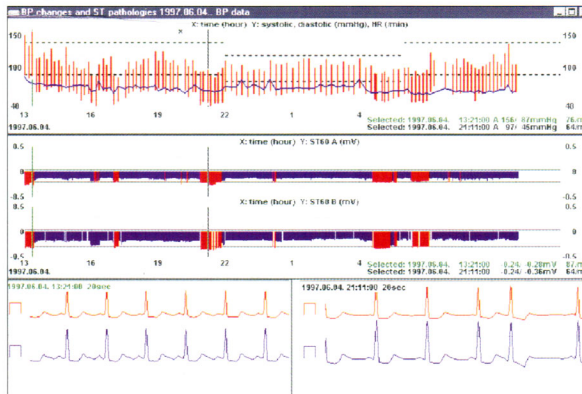
Запропоновані й принципово нові типи діагностичного приладу безперервної реєстрації біоелектричної діяльності серця й артеріального тиску в звичайних умовах протягом доби (рис. 6.8).



a



б



в

Рис. 6.8. Добовий моніторинг ЕКГ та артеріального тиску:
a – фіксація електродів, манжетки і реєстратора на тілі людини;
б – загальний вигляд обстежуваного при добовому моніторингу ЕКГ та артеріального тиску; *в* – зображення на дисплеї з результатами епізоду торування



Використання амбулаторного моніторингу ЕКГ та артеріального тиску у спортивній медицині дозволяє виявити зміни форми шлуночкового комплексу і порушення ритму у спортсменів як відповіді на різноманітні навантаження і сприяє ранній діагностиці дистрофій міокарда від фізичного перенапруження і коливань цифр артеріального тиску протягом доби, пов'язаних із фізичним навантаженням.

Черезстравохідна реєстрація біоелектричної діяльності серця та діагностична *електрокардіостимуляція* – метод діагностики надшлуночкових порушень ритму, оцінки функції синусового вузла, стану провідникових шляхів при явних і прихованих синдромах передзбудження, діагностики порушень коронарного кровообігу.

Метод базується на тому, що спеціальний електрод через нижній носовий хід вводиться й розміщується в порожнині стравоходу на рівні серця – найближчого місця, звідки реєструється запис (рис. 6.9). Черезстравохідна електрокардіостимуляція (рис. 6.10) – важливий метод диференціювання брадикардій, зокрема й при спортивному серці, та re-entry тахікардій.

Кардіоритмографія – високоінформаційний метод дослідження функціонального стану організму, що дозволяє вивчати як стан регуляції серцево-судинної системи, так і функціональний стан вегетативної й центральної нервової системи. Раніше цю методику застосовували у спокійному стані обстежуваного, нині ж – при фізичних навантаженнях постійної потужності.

Для аналізу вегетативної регуляції серцевого ритму добре зарекомендували себе наступні методи дослідження: гістографія, ритмографія, скаттерографія і векторкардіографія.

Гістографія (варіаційна пульсографія) – метод, що базується на вивченні хвильової структури ритму серця і полягає в побудові й аналізі гістограм розподілення ряду



інтервалів R–R. Використання методу дозволяє оцінити вегетативну реакцію ритму, виявити переважання симпатичного чи парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи.

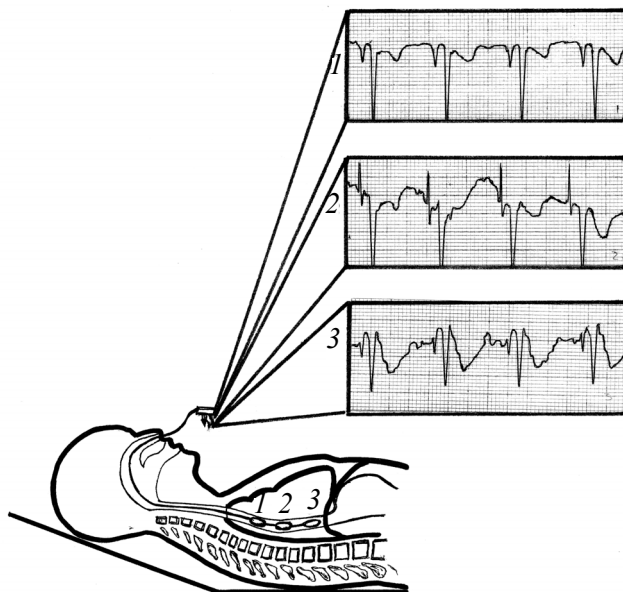


Рис. 6.9. Схема реєстрації черезстравохідної електрограми біоелектричної діяльності серця на різних рівнях стравоходу

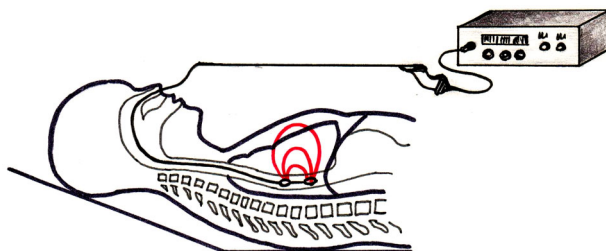


Рис. 6.10. Біполярний метод черезстравохідної електрокардіостимуляції



Скаттерографія (кореляційна ритмографія) – метод аналізу тривалості міжсistolічних інтервалів. Нині розроблені прилади, що дозволяють здійснювати візуальний ЕКГ контроль, автоматично аналізують параметри ритму й основні його порушення, що вможливило реєструвати ритм у будь-якому форматі – гістографії, реографії, скаттерографії.

Векторкардіографія – метод просторового (об'ємного) дослідження і реєстрації, як і ЕКГ, електричного поля серця, що дозволяє не тільки отримати дані про різницю потенціалів між точками на поверхні тіла, а й визначити напрямок і просторову орієнтацію електричного поля серця, проте не на лінію (вісь відведення), а на площину.

6.4. Методи дослідження механічної діяльності серця

Дослідження механічної діяльності серця визначає величину його роботи (найважливіший параметр – серцевий викид) та основні показники скоротливої функції.

Апекскардіографія – запис кривої зміщення верхівкового поштовху, визначення швидкості зміщення верхівкового поштовху і прискорення.

Імпедансографія, або *реографія*, – метод дослідження загального й органного кровообігу, заснований на реєстрації коливань повного електричного опору тканин, пов'язаних зі зміною їх кровонаповнення. Зміни кровонаповнення відбуваються поступово і синхронно з серцевим скороченням. Електричний опір тканин також змінюється синхронно з серцевою діяльністю. Застосування струму малої сили й високої частоти (т. зв. зондувального струму) дозволяє реєструвати зміни опору – імпеданс тканин, тобто загальний опір, що складається з омичного опору рідких середовищ і ємнісного опору шкіри. Метод дозволяє досліджувати гемодинаміку будь-якої частини тіла, а також ударного об'єму крові.



Сфігмографія – метод реєстрації руху артеріальної стінки, який виникає у зв'язку з поширенням пульсової хвилі. У спортивній кардіології використовується для дослідження фазової структури систоли і визначення швидкості поширення пульсової хвилі – однієї з важливіших характеристик функціонального стану артеріальної системи, яка дозволяє вивчати закономірності адаптації апарату кровообігу до регулярних фізичних навантажень.

Фонокардіографія – метод графічної реєстрації тонів і шумів серця під час його роботи. Метод об'єктивізує звукову симптоматику, виявлену при аускультатії серця. За останні роки в силу значного поширення ехокардіографії цікавість до фонокардіографії помітно знизилася, але метод не втратив свого значення.

Ехокардіографія – метод ультразвукової діагностики серця, заснований на властивостях ультразвуку відбиватися від меж структур із різною акустичною щільністю. Дозволяє візуалізувати і виміряти внутрішню структуру серця під час його роботи, подати кількісну оцінку величини маси міокарда і розмірів порожнин серця, оцінити стан клапанного апарата (діагностуються пороки і патологічні стани), дослідити закономірності адаптації серця до фізичних навантажень різної спрямованості. Аналізується стан центральної гемодинаміки (ударний об'єм, серцевий викид) і фазових структур серцевої діяльності.

В ехокардіографії застосовуються такі режими: черезгрудна ехокардіографія в "В"-режимі ("М"-режим нині практично не використовується), двовимірна (2D-Ехокардіографія) і тривимірна (3D-Ехокардіографія), черезстравохідна ехокардіографія, еходоплеркардіографія в режимі дуплексного сканування, кольорове доплерівське дослідження, тканевий доплер, стрес-ехокардіографія, застосування контрастних ре-



човин при ультразвуковому дослідженні тощо. Вибір методу визначається метою й завданнями дослідження.

6.5. Дослідження судинного русла

Капіляроскопія – метод візуального, неінвазивного дослідження капілярів м'яких тканин, на підставі їх стану робиться висновок про мікроциркуляцію в людини. Попри те, що застосування цього методу в останні роки обмежене, запропоновані нові капіляроскопи, що дало можливість отримати ширшу інформацію про капіляри обстежуваного з перетворенням їх у графіки і діаграми.

Ангіографія – метод контрастного рентгенологічного дослідження судин, що дозволяє оцінити їх функціональний стан і стан колатерального кровообігу. Завдяки цьому методу можна виявити звуження просвіту судин (атеросклеротичною бляшкою, тромбом), їх розширення при аневризмах, а також різноманітні пороки розвитку (гемангіоми) практично в усьому судинному басейні організму (серця, головного мозку, черевної порожнини, верхніх і нижніх кінцівок). Якщо вивчаються артерії, то метод називається артеріографією, якщо ж вени, – венографією.

Розрізняють загальну ангіографію, коли контрастна речовина вводиться в судину й розноситься кров'ю по всьому організму, і селективну – коли таку речовину вводять у конкретні судини (наприклад, ангіографія судин головного мозку, вінцевих судин серця тощо).

Один з ефективних сучасних методів оцінки судин – *ультразвукове доплерівське дослідження*. Методика застосовується для виявлення ранніх доклінічних ознак захворювань судин з оцінкою їх пошкоджень, а також зміни гемодинаміки в режимі реального часу з розкриттям не тільки органічних, але й функціональних порушень кровотоку з можливістю вивчення функціонального стану судинної



системи (напрямку руху крові у венах та артеріях, визначення тиску всередині судини, ширину її просвіту).

Об'єм крові, яка циркулює, – гемодинамічний показник сумарного об'єму крові у кровоносних судинах. Загальний об'єм такої крові умовно поділяють на той, що активно циркулює судинами, і депонований (у селезінці, печінці, легенях тощо), який швидко включається в циркуляцію при відповідних гемодинамічних показниках. У нормі показник досить стабільний і складає в чоловіків у середньому 70 мл/кг, об'єм еритроцитів, що циркулюють, – 28,6 мл/кг, об'єм плазми, яка циркулює, – 41,4 мл/кг; у жінок об'єм крові, що циркулює, в середньому дорівнює 65 мл/кг, об'єм задіяних у циркуляції еритроцитів – 28,7 мл/кг, об'єм плазми, що циркулює, – 41,3 мл/кг. Зниження об'єму залученої в циркуляції крові погіршує постачання кисню до тканин. Об'єм крові, що циркулює, визначається радіоізотопним методом спеціальними лічильниками після доведення введення альбуміну людської сироватки, позначеного ^{131}I .

Кожен з указаних вище методів може мати самостійне значення для вирішення конкретного діагностичного завдання. Водночас найповніше враження про функціональний стан серцево-судинної системи формується тільки при використанні оптимально дібраного комплексу інструментальних методів, що дозволяють визначити характер вегетативної регуляції ритму, пейсмеркерної активності водія ритму і стану провідникової системи серця, його морфо-функціональних характеристик, стану судинної системи.

6.6. Функціональні проби (навантажувальне тестування)

Функція серця, яка відіграє провідну роль у життєдіяльності організму, в більшості випадків оцінюється на підставі



досліджень в умовах спокою. Однак у цих умовах дослідження серцево-судинної системи не дає повного уявлення про її функціональний стан, тому застосовують різноманітні функціональні проби і тести, які висувають до неї підвищені вимоги (фізичні, психічні), або здійснюють вимірювання у штучних умовах (зміни положення тіла у просторі, після введення фармакологічного препарату) для діагностики, визначення прогнозу й функціональної оцінки. Навантажувальні проби або тести проводяться з фізичним навантаженням: динамічним (велоергометрія, тредміл) та ізометричним (жим кистю). Застосовуються також психоемоційні тести, фармакологічні (добутаїнова, дипіридамолова та ін.) проби, тести зі зміною положення тіла у просторі тощо.

Психоемоційна проба полягає в заповненні логічного, математичного або механічного завдань за несприятливих зовнішніх умов (обмежений час, шум, температура тощо).

Фармакологічні проби пов'язані з уведенням до організму препарату зі швидкою інотропною (добутаїн) чи вазодилаторною (дипіридамола) дією.

Найчастіше застосовують проби з фізичним навантаженням. Оцінюється загальний стан організму, його резервні можливості, адаптація різних систем до навантажень, вибору тренувального навантаження і підвищення ефективності тренувального процесу, програм лікування й реабілітації. Завдання навантажувальних тестів під час тестування спортсменів:

- визначення працездатності й придатності до занять тим чи іншим видом спорту;
- оцінка функціонального стану кардіореспіраторної системи та її резервів;
- прогнозування можливих спортивних результатів, а також можливості виникнення тих чи інших відхилень у стані здоров'я при фізичних навантаженнях;



– визначення й розроблення ефективних профілактичних і реабілітаційних заходів для висококваліфікованих спортсменів;

– оцінка функціонального стану й ефективності застосування засобів реабілітації після травм і захворювань у тренуваннях спортсменів.

Проба з фізичним навантаженням відповідно до вимог ВООЗ повинна бути простою, доступною, нетривалою, не потребувати спеціальних навичок, безпечною для обстежуваного, точно відтворюватися при повторному застосуванні й забезпечувати можливість реєстрації фізіологічних показників під час проведення тестування. Вона має забезпечувати участь у роботі 2/3 м'язових груп, створюючи навантаження на все тіло. При її виконанні потрібно досягнути періоду стійкого стану, під час якого можна зареєструвати ряд кількісно зіставлюваних показників. Навантажувальне тестування повинно виражатися у величинах витрат енергії на масу тіла з можливістю перерахунку в одиниці роботи і дозволяти оцінити максимальну реакцію на навантаження, а також максимальну працездатність. Функціональні проби серцево-судинної системи є невід'ємною частиною комплексного лікарсько-фізкультурного обстеження.

Розглядають декілька видів проб із дозованим фізичним навантаженням.

Максимальне навантаження – це рівень навантаження, при збільшені якого припиняється зростання споживання організмом кисню. Такий вид навантаження найінформативніший для визначення працездатності.

Субмаксимальне навантаження складає 75–85 % від максимального. Практично обидва види навантаження визначаються за ЧСС.

Порогове навантаження – рівень навантаження, за якого виникають ознаки його неадекватності.



На сьогодні запропонована велика кількість тестів, які можна класифікувати за різними ознаками: структурою рухів (присідання, біг, ходьба, педалювання тощо), потужністю роботи (помірна, субмаксимальна, максимальна), разовістю, темпом, поєднанням навантажень, характером збільшення навантаження, спрямованістю навантаження за напрямком рухової діяльності обстежуваного – специфічні (біг – для бігуна, педалювання – для велосипедиста тощо), і неспецифічні (однакові навантаження при всіх видах рухової активності) та ін.

За характером збільшення навантаження проби з фізичним навантаженням можуть бути такі: 1) з постійно заданою інтенсивністю (потужністю); 2) зі збільшенням потужності у вигляді безперервного навантаження, що східчасто зростає. Останній різновид збільшуваного навантаження, у свою чергу, поділяють на навантаження з інтервалами для відпочинку і без них.

Проби з визначення фізичної працездатності можна розподілити на одномоментні, двомоментні й комбіновані. При одномоментних пробах виконується одноразове фізичне навантаження (наприклад, проби Мартина, Гориневського, Дешина і Котова та ін.). Двомоментні проби передбачають повторне навантаження з невеликим інтервалом для відпочинку, під час якого визначається реакція на перше навантаження (наприклад, повторне виконання 60 підскоків протягом 30 с з 4 хв інтервалом, повторне виконання силових, швидкісних навантажень тощо). Комбіновані (або поєднані) проби базуються на визначенні адаптації системи кровообігу до різного характеру навантажень (наприклад, проба Летунова).

Різноманітні проби розрізняють за видом, тривалістю та інтенсивністю навантаження. При проведенні кожного



з тестів ураховують пульс (ЧСС) та артеріальний тиск, інколи – частоту дихання до навантаження і після його закінчення на I, II, III і IV хвилинах, хімічний склад видихуваного повітря, оксигенацію крові тощо.

С. Летунов і Р. Мотилянська (1956) рекомендують виділити чотири найхарактерніші типи реакції серцево-судинної системи на навантаження:

а) нормотонічний тип (нормальний) реакції, поряд зі збільшенням пульсу, характеризується чітким підвищенням систолічного артеріального тиску, діастолічний же тиск або не змінюється, або злегка знижується, пульсовий тиск збільшується;

б) астенічний тип реакції характеризується значнішим підвищенням пульсу, систолічний артеріальний тиск зростає слабко чи не підвищується зовсім, діастолічний тиск, як правило, підвищується, пульсовий тиск знижується. Період відновлення при такому типі реакції значно подовжується. Реакція несприятлива і може спостерігатися при перевантаженнях серця, різноманітних його захворюваннях, загальній функціональній слабкості організму;

в) гіпертонічний тип реакції характеризується високим максимальним артеріальним тиском (до 180–200 мм рт. ст. і вище), діастолічний тиск не знижується або навіть підвищується, а відповідно пульсовий тиск значно зростає, що зумовлено підвищеним опором потоку крові. У таких випадках пульсовий тиск недостатньо відображає показник ударного об'єму серця. Пульс значно прискорений. Відновний період затягується. Такий тип реакції можна спостерігати у хворих на гіпертонію, атеросклероз та інші хвороби. Подібна реакція у спортсменів старшого віку може бути зумовлена віковими змінами, але зустрічається й у молодших, а також у спортсменів при порушенні режиму тренувань;



г) дистонічний тип реакції характеризується різким збільшенням пульсу, підвищенням систолічного артеріального тиску з одночасним зниженням діастолічного, який інколи падає до нуля. Цей тип реакції відображає надмірну лабільність системи кровообігу, зумовлену різким порушенням нервової регуляції судинної мережі. Такий тип реакції спостерігається при порушеннях вегетативної нервової системи, неврозах, після перенесених інфекційних захворювань, як результат перетренованості тощо. Зниження діастолічного артеріального тиску до нуля, як це має місце при діатонічному типу реакції, є, по суті, т. зв. феноменом безкінечного тону;

д) східчастий тип реакції характеризується східчастим збільшенням систолічного тиску на II і III хвилинах відновного періоду, коли систолічний тиск вищий, ніж на I хвилині. Така реакція серцево-судинної системи віддзеркалює функціональну неповноцінність регуляторної системи кровообігу, тому її оцінюють як несприятливу. Період відновлення ЧСС та артеріального тиску затягується.

Проте нині, замість зазначених вище п'яти, виділяють три типи реакції пульсу й артеріального тиску (В. Карпман, 1988, Е. Земцовський, 1995): фізіологічно адекватний, фізіологічно неадекватний і патологічний.

Фізіологічно адекватний тип реакції характеризується адекватним збільшенням ЧСС і систолічного артеріального тиску у відповідь на навантажувальні тести і швидким відновленням показників після припинення навантаження. Немає змін на ЕКГ і патологічних аритмій. Характерний для здорових і добре підготовлених спортсменів.

Фізіологічно неадекватний тип реакції характеризується переважно хронотропним ефектом на навантаження, недостатнім збільшенням артеріального тиску під час виконання навантаження і/або сповільненим відновленням пульсу.



Можуть виявлятися діагностично незначні зміни на ЕКГ і порушення ритму. Властивий здоровим особам, але погано підготовленим чи перетренованим спортсменам.

Патологічна, чи умовно патологічна, реакція характеризується падінням або неадекватним підвищенням артеріального тиску під час тесту чи в період відновлення. Можуть бути виражені зміни на ЕКГ і клінічно значимі аритмії. Провідний симптом – зміна артеріального тиску. Виділяють три підтипи: гіпотензивний – у випадку недостатнього підвищення чи й падіння артеріального тиску в процесі виконання проби; з негайною гіпертензивною реакцією – при появі гіпертензії при виконанні навантаження; із залишковою гіпертензивною реакцією – утримання високих цифр артеріального тиску у відновному періоді.

Проба В. Гориневського (тепер називається проба ДЦІФК) – одномоментна проба на відновлення. Перед проведенням проби вимірюють частоту пульсу. Після 60 підскоків на висоту 3–4 см протягом 30 сек. повторно вимірюють пульс. У нормі він збільшується на 25–30 % і через 2,5–3 хв повертається до норми. Коли ж частота більша і відновлення частоти відбувається через 5 хв і довше, це вказує на зниження функціональної здатності. В інших варіантах проби Гориневського порівнюють отримані показники пульсу, артеріального тиску і частоти дихання з початковими, а також час відновлення всіх зазначених показників (т. зв. реституція). Нормальним вважається відновлення пульсу через 2–5 хв. Найсприятливішим є підвищення систолічного і зниження діастолічного тиску. Несприятливою реакцією буде підвищення цифр артеріального тиску до максимальних значень.

Проба з 20-ма присіданнями – одномоментна проба на відновлення. Вимірюється початковий пульс за 10 с і записується значення за 1 хв. (отриманий результат пульсу



перемножують на 6). Потім за 30 с виконують 20 присідань із витягуванням рук уперед. Сідають і знову вимірюють пульс протягом 10 с до повного його відновлення. Оцінка результатів тесту: якщо пульс відновився за 1 хв – "відмінно", за 2 хв – "добре", якщо більше ніж за 3 хв – "погано".

Проба Мартина (для осіб середнього і старшого віку). У положенні стоячи відпочити 1 хв, потім визначити пульс за 1 хв, зробити 20 присідань із витягнутими вперед руками за 30 с. Відразу після присідань визначити пульс за 1 хв. Оцінка тесту: перевищення початкового пульсу на 25 % – "відмінно"; на 25–50 % – "добре"; на 50–75 % – "задовільно"; понад 75 % – "незадовільно". Якщо пульс вищий від 100 %, потрібно звернутися до лікаря. Час відновлення пульсу до початкового через 2 хв – "відмінно"; через 3 хв – "добре".

Проба Мартине-Кушелевського – одномоментна функціональна проба для оцінки відновних процесів серцево-судинної системи при навантаженні. Перед початком проби визначають рівень артеріального тиску і пульсу в положенні сидячи. Для цього накладають манжетку тонометра на ліве плече і через 1–1,5 хв (час, необхідний для зникнення рефлексу, що може з'явитися при накладанні манжети) вимірюють тиск і пульс. Частоту пульсу підраховують за 10-секундними інтервалами часу доти, доки не буде отримано три однакові цифри підряд (наприклад, 12–12–12). Потім, не знімаючи манжети, досліджуваному пропонують виконати 20 присідань із витягнутими вперед руками за 30 с. Після навантаження обстежуваний сідає і на I-й хвилині відновлювального періоду протягом перших 10 с у нього підраховують частоту пульсу, а протягом наступних 40 с I-ї хв вимірюють артеріальний тиск. В останні 10 с I-ї хвилини і на II і III хвилинах відновлювального періоду за 10-секундні інтервали часу знову підраховують частоту пульсу до тих пір,



поки він не повернеться до вихідного рівня, причому однаковий результат повинен повторитися 3 рази підряд. Узагалі рекомендується підраховувати частоту пульсу протягом 2,5–3 хвилин, оскільки існує можливість виникнення "негативної фази пульсу" (тобто зменшення його значення нижче від вихідного рівня), що може бути результатом надмірного підвищення тонуусу парасимпатичної вегетативної нервової системи або наслідком вегетативної дисфункції. Якщо пульс не повернувся до вихідного рівня протягом 3 хвилин (тобто за період, який вважається нормальним), відновлювальний період слід уважати незадовільним і підраховувати пульс у подальшому немає сенсу. Після 3 хвилин артеріальний тиск вимірюють останній раз.

Проба Мастера – одномоментна двосхідчаста функціональна проба на відновлення після дозованого фізичного навантаження. Тест запропонував Мастер (А. Master) у 1925 р. з вимірюванням пульсу й артеріального тиску, а в подальшому – з реєстрацією ЕКГ (А. Master, Н. Jafte, 1941). У сучасному вигляді двосхідчастий тест передбачає певну, що залежить від статі, віку і маси тіла обстежуваного, кількість піднімання на стандартні двійні сходинки, кожна висотою 23 см (22,6 см) протягом 1,5 хв, або подвоєну кількість піднімань протягом 3 хв при двійній пробі в певному темпі (визначеному за допомогою метронома). Кількість піднімань за хвилину визначається в залежності від статі, віку і маси тіла за спеціальною таблицею (таблиця 6.3).

ЕКГ реєструють у 12 стандартних відведеннях до і після навантаження. Оцінку роблять за результатами електрокардіографії до і відразу після навантаження, а також через 2 і 6 хв після припинення навантаження. Проба Мастера технічно проста і водночас достатньо інформативна. Її недоліком є дещо менша, ніж при велоергометрії, точність розрахунку потуж-



ності навантаження, а також труднощі реєстрації ЕКГ й артеріального тиску.

Таблиця 6.3. Мінімальна кількість піднімань (разів) на сходинку в залежності від маси, віку і статі при пробі Мастера

Маса тіла, кг	Вік, роки				
	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69
	Число піднімань на сходинку*				
40–44	29 (28)	28 (27)	27 (24)	25 (22)	24 (21)
45–49	28 (27)	27 (25)	26 (23)	25 (22)	23 (20)
50–54	28 (26)	27 (25)	25 (23)	24 (21)	22 (19)
55–59	27 (25)	26 (24)	25 (22)	23 (20)	22 (18)
60–64	26 (24)	26 (23)	24 (21)	23 (19)	21 (18)
65–69	25 (23)	25 (21)	23 (20)	22 (19)	20 (17)
70–74	24 (22)	24 (21)	23 (19)	21 (18)	20 (16)
75–79	24 (21)	24 (20)	22 (19)	20 (17)	19 (16)
80–84	23 (20)	23 (19)	22 (18)	20 (16)	18 (15)
85–89	22 (19)	23 (18)	21 (17)	19 (16)	18 (14)
90–94	21 (18)	22 (17)	20 (16)	19 (15)	17 (14)
95–99	21 (17)	21 (15)	20 (15)	18 (14)	16 (13)
100–104	20 (16)	21 (15)	19 (14)	17 (13)	16 (12)
105–109	19 (15)	20 (14)	18 (13)	17 (13)	15 (11)
110–114	18 (14)	20 (13)	18 (13)	16 (12)	14 (11)

* У дужках наведене число піднімань для жінок.

Гарвардський степ-тест (L. Broucha, 1942) – одномоментний тест на витривалість і кількісну оцінку відновних процесів після дозованої м'язової роботи шляхом сходжень та спускань зі сходинки (розроблений у Гарвардському університеті, США, 1942 р.).

Безперервно протягом 3 хв обстежуваний піднімається на сходинку висотою 20 см і знову спускається на підлогу (розпочинати можна з будь-якої ноги), здійснюючи за 1 хв 24 піднімання, тобто долаючи за 5 с приблизно 2 сходинки (ритм допомагає витримати метроном). Кожне сходження



і спуск складається з 4 рухових компонентів: 1 – піднімання однієї ноги на сходинку, 2 – обстежуваний стає на сходинку двома ногами, 3 – опускає на підлогу ногу, 4 – опускає другу ногу на підлогу. Одразу через 3 хв сходжень обстежуваний сідає на стілець. Рівно через 1 хв після сходження рахують пульс за 30 с і множать на 2, щоб визначити частоту пульсу за 1 хв. За допомогою таблиці (таблиця 6.4) оцінюють зафіксовані дані. При недотриманні обстежуваним темпу сходження пробу припиняють. Якщо ж піднімання обстежуваному не під силу, то вважають, що його серцево-судинна і дихальна системи знаходяться на дуже низькому рівні.

Таблиця 6.4. Витривалість серцево-судинної і дихальної систем

Вік	Рівень витривалості серцево-судинної і дихальної систем (число серцевих скорочень за 1 хвилину)				
	Дуже високий	Високий	Середній	Низький	Дуже низький
Жінки					
10–19	Менше від 82	82–90	92–96	98–102	Понад 102
20–29	Менше від 82	82–86	88–92	94–98	Понад 98
30–39	Менше від 82	82–88	90–94	96–98	Понад 98
40–49	Менше від 82	82–86	88–96	98–102	Понад 102
Старші за 50	Менше від 86	86–92	94–98	100–104	Понад 104
Чоловіки					
10–19	Менше від 72	72–76	78–82	84–88	Понад 88
20–29	Менше від 72	72–78	80–84	86–92	Понад 92
30–39	Менше від 76	76–80	82–86	88–92	Понад 92
40–49	Менше від 78	78–82	84–88	90–94	Понад 94
Старші за 50	Менше від 80	80–84	86–90	92–96	Понад 96

За іншими даними, гарвардський тест полягає в підніманні на сходинку висотою 50 см для чоловіків і 43 см – для жінок протягом 5 хв у заданому темпі. Темп сходження постійний (метрономом відбиває 120 ударів за хвилину) і до-



рівнює 30 сходженням за 1 хв, які складаються з чотирьох циклів. Після завершення тесту обстежуваний сідає на стілець і протягом перших 30 с на II, III і IV хвиликах підраховується пульс. Якщо обстежуваний під час тестування відстає від заданого темпу, тест припиняють. Фізичну працездатність спортсмена оцінюють за індексом гарвардського тесту, що вираховується, виходячи з часу сходження на сходинку і пульсом після завершення тесту. Висоту сходинки і час сходження на неї вибирають залежно від статі і віку обстежуваного (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5. Висота сходинки і тривалість сходження в гарвардському степ-тесті

Обстежувані	Вік, роки	Висота сходинки, см	Час сходження, хв.	Примітка*
Чоловіки	дорослі	50	5	–
Жінки	дорослі	43	5	–
Юнаки і підлітки	12–18	50	4	поверхня тіла 1,85 м ² *
Дівчата і підлітки	12–18	40	4	–
Хлопчики і дівчатка	8–11	35	3	–
Хлопчики і дівчатка	до 8	35	2	–

* Поверхня тіла визначається за номограмою.

Індекс гарвардського степ-тесту (ІГСТ) розраховується за формулою:

$$\text{ІГСТ} = t \cdot 100 / (f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2,$$

де t – час сходження в секундах; f_1 , f_2 , f_3 – частота пульсу за 30 с на II, III і IV хвиликах відновлення відповідно.

При масових обстеженнях можна користуватися скороченою формулою:

$$\text{ІГСТ} = t \cdot 100 / f \cdot 5,5,$$



де t – час сходження в секундах; f – частота пульсу; 5,5 – коефіцієнт.

Підрахунок полегшується з використанням таблиць (таблиці 6.6, 6.7, 6.8). Таблиця 6.6 передбачена для визначення ІГСТ у дорослих, якщо навантаження було витримане до кінця, тобто протягом 5 хв.

Таблиця 6.6. Показники індексу гарвардського степ-тесту за повною формулою в дорослих ($t = 5$ хв)

	0	1	2	3	4	5
80	188	185	183	181	179	176
90	167	165	163	161	160	158
100	150	148	147	146	144	143
110	136	135	134	133	132	130
120	125	124	123	122	121	120
130	115	114	114	113	112	111
140	107	106	106	105	104	103
150	100	99	99	98	97	97
160	94	93	93	92	92	91
170	88	88	87	87	86	86
180	83	82	82	82	82	81
190	79	78	78	78	77	77
200	75	75	74	74	74	73
210	71	71	71	70	70	70
220	68	67	67	67	67	67
230	65	65	65	64	64	64
240	62	62	62	62	61	61
250	60	60	60	59	59	59
260	58	57	57	57	57	57
270	56	55	55	55	55	55
280	54	53	53	53	53	53
290	52	52	51	51	51	51

Для знаходження індексу спочатку сумують три підрахунки ($f_1 + f_2 + f_3 = \Sigma f$), потім у лівому вертикальному стовпчику знаходять дві перші цифри цієї суми, а у верхньому горизон-



тальному рядку – останню цифру. Шуканий ІГСТ знаходиться на місці перетинання вказаних рядків. Коли ж підрахунок пульсу виконується тільки один раз за скороченою формулою, то ІГСТ знаходять за цим результатом подібним чином, але в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7. Знаходження індексу гарвардського степ-тесту за скороченою формулою в дорослих ($t = 5$ хв)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	182	176	171	165	160	156	152	147	144	140
40	136	133	130	127	124	121	119	116	114	111
50	109	107	105	103	101	99	97	96	94	92
60	91	89	88	87	85	84	83	81	80	79
70	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69
80	68	67	67	66	65	64	63	63	62	61
90	61	60	59	59	58	57	57	56	56	55
100	55	54	53	53	52	52	51	50	50	50
110	50	49	49	48	48	47	47	46	46	46

Таблиця 6.8. Залежність індексу гарвардського степ-тесту від часу сходження (скорочена форма)

Пульс за перші 30 с із II хвилини відновлення за віковими категоріями								
Час, хв	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70–74	75–79
0 – 1 1/2	6	6	5	5	4	4	4	4
1 1/2 – 1	19	17	16	14	13	12	11	11
1 – 1 1/2	32	29	26	24	22	20	19	18
1 1/2 – 2	45	41	28	24	21	29	27	25
2 – 1 1/2	58	52	47	43	40	36	34	32
2 1/2 – 3	71	64	58	53	48	45	42	39
3 – 3 1/2	84	75	68	62	57	53	49	46
3 1/2 – 4	97	87	79	72	66	61	57	53
4 – 4 1/2	110	98	89	82	75	70	65	61
4 1/2 – 5	123	110	100	91	84	77	72	68
5	129	116	105	96	88	82	77	71



Таблиця 6.8 полегшує розрахунок ІГСТ при неповному часі сходження (скорочена форма). У лівому вертикальному стовпчику заходять фактичний час сходження (заокруглено до 30 с), а у верхньому горизонтальному рядку – число ударів пульсу за перші 30 с із II хвилини відновлення.

Зважаючи на інтенсивність навантаження, тест застосовують тільки при обстеженні спортсменів. Критерії оцінки результатів гарвардського степ-тесту наведені в таблиці 6.9. Найбільші показники (до 170) відзначені у спортсменів високих кваліфікацій, що тренуються на витривалість (академічна гребля, плавання, марафонський біг та ін.).

Таблиця 6.9 . Критерії оцінки гарвардського степ-тесту

Оцінка	ІГСТ
Відмінно	90
Добре	80–89,9
Середньо	65–79,9
Слабо	55–64,9
Погано	55

Під час обстежень для оцінки фізичної підготовленості найчастіше використовується стандартна подвійна сходинка (висота кожної – 23 см). Проте, зважаючи на те, що тест із сходинками найбільш фізіологічний, простий і доступний, застосовують й інші східчасті ергометри. Наприклад, Готзейнер (V. Gottheiner, 1968) пристосовує висоту сходинок до довжини ніг обстежуваного. При довжині ніг до 90 см висота сходинки – 20 см, при 90–99 см – 30 см, при 100–109 см – 40 см, а при 110 см і вище – 50 см.

Довжина ноги обстежуваного вимірюється від вертикальної точки до підлоги, за допомогою номограми Готзейнера (V. Gottheiner) визначається висота сходинки (рис. 6.11).



На осі абсцис (АС) відкладені значення довжини ноги, на осі ординат (АВ) – значення висоти сходинки в сантиметрах. З точки перетину перпендикуляра, проведеного з точки на осі абсцис, що відповідає довжині ноги обстежуваного, з лінією ДЕ, проводять пряму лінію на вісь ординат, отримуючи точку, що відповідає шуканій висоті сходинки.

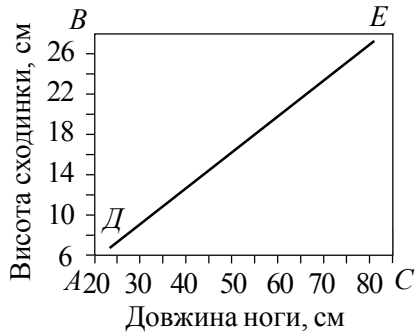


Рис. 6.11. Номограма для визначення висоти сходинки при степ-тесті

Субмаксимальні навантаження при степ-тестах та їх оцінку для осіб різної статі, віку і маси тіла показано в таблиці 6.10. Над кожним стовпчиком у дужках указана ЧСС, що відповідає середній фізичній здатності жінок і чоловіків певної вікової групи. Якщо ЧСС обстежуваного при вказаному для нього навантаженні відрізняється менше ніж на 10 уд./хв від вказаної в дужках величини, фізичний стан цієї людини можна вважати задовільним. За Шепардом (R. Shepard, 1969), у випадку, коли ЧСС нижче від цієї величини на 10 і більше, фізична здатність оцінюється як низька.

За степ-тестом можна досить точно вирахувати роботу за одиницю часу на підставі маси тіла, висоти сходинки і кількості сходжень за певний час за формулою:

$$W = BW \cdot H \cdot T \cdot 1,33,$$

де W – навантаження (кгм/хв); BW – маса тіла (кг); H – висота сходинки (м); T – кількість піднімань за 1 хв; 1,33 – коефіцієнт,



що враховує фізичні витрати на спуск сходами, які складають 1/3 від затрат на піднімання.

Таблиця 6.10. Субмаксимальні навантаження при степ-тесті

Маса, кг	Вік, роки			
	20–29	30–39	40–49	50–59
Жінки: піднімання за 1 хв				
	(167)	(160)	(154)	(145)
36	16	16	14	10
41	17	16	14	10
45	17	17	14	10
50	17	17	15	10
54	17	17	15	10
59	18	17	15	10
63	18	18	15	10
68	18	18	15	10
72	18	18	15	10
77	18	18	15	10
81 і більше	18	18	16	10
Чоловіки: піднімання за 1 хв				
	(161)	(156)	(152)	(145)
50	20	18	16	13
54	20	19	16	13
59	20	19	16	13
63	21	19	17	13
68	21	19	17	13
72	21	19	17	13
77	21	19	17	14
81	21	19	17	14
86	21	19	17	14
91 і більше	21	20	17	14

Рімінг (I. Ruyhming, 1953) запропонував степ-тест, за яким можна визначити максимальне споживання кисню (МСК) непрямим методом за допомогою номограми. У тесті висота сходинок для чоловіків складає 40 см, для жінок – 33 см. Темп сходження – 22 сходинок за 1 хв протягом 6 хв; потім за



номограмою Астранда-Рімінг (Astrand-Ryhming, 1954) визначається МСК (додаток 2).

Для степ-тестів використовують як виготовлені, так і стандартні платформи (рис. 6.12, 6.13).



Рис. 6.12. Степ-платформи:

а – Oxygen 770TR із регульованою висотою; *б* – SA-P-690EA з регульованою висотою й експандером; *в* – Winner/Oxygen 720 з регульованою висотою і круглою робочою поверхнею

Степ-платформа Oxygen 770TR із регульованою висотою має розмір бази 97×36×15 см, висота додатково збільшується до 20 або 25 см. Матеріал покриття поверхні робочої зони – термопластична гума.

Степ-платформа SA-P-690EA з регульованою висотою та експандером має два блоки регульованої висоти і 4 еластичні тяги (11×2,5×800 мм). Її розміри: 108×40×10/15/20 см. Матеріал покриття робочої поверхні платформи – етиленвініл-ацетат. Максимальна вага користувача – 110 кг. Вага платформи – 8,5/9,5 кг.

Степ-платформа-трансформер Reebok-Deck RE 20170 має два рівні висоти робочої поверхні, регульовану спинку, нішу для зберігання аксесуарів: маса – 12,2 кг, довжина – 110 см, ширина – 37,4 см, висота 20,5–30,5 см (рис. 6.13).



Рис. 6.13. Платформа-трансформер Reebok-Deck RE 20170



Мультифункціональність платформи дозволяє використовувати її як для тестувань, так і для занять з аеробного ступу, а при нахиленій спинці робочої платформи – для силового і циклічного тренувань.

Східчаста проба (за М. Кучкіним). Методично проба проводиться у два ступені: I ступінь. Визначте пульс. Підніміться на IV поверх за 2 хв. Оцінка тесту: якщо пройдено шлях без зупинки, не відчутна задишка і при цьому пульс нижчий від 100 – відмінна працездатність; коли пульс – 120–139, – працездатність задовільна; 140 і більше – погана.

II ступінь. Виконуються ті самі процедури, але протягом 2 хв піднімаються на VI поверх. Оцінка: 100 уд./хв – "відмінно"; 100–119 уд./хв – "добре"; 120–139 уд./хв – "задовільно"; 140 і вище – "погано". Якщо пульс відновився протягом 2 хв – "відмінно". Якщо пульс вищий від початкового на 5–10 ударів – "добре"; на 12–16 ударів – "задовільно"; на 16 і більше – "погано".

Проба Летунова (розрахована на фізично достатньо підготовлених спортсменів) – комбінована функціональна проба для оцінки відновних процесів серцево-судинної системи при навантаженнях різного характеру й інтенсивності. Складається з трьох послідовних різноманітних навантажень, що чергуються з інтервалами відпочинку. На початку в обстежуваного кожні 10 с визначають частоту пульсу в положенні сидячи, а потім – артеріальний тиск. Перше навантаження – 20 присідань з витягненням уперед рук (використовується як розминка). Після першого навантаження в обстежуваного кожні 10 с визначають частоту пульсу в положенні сидячи, а в проміжку між 15 і 40 с – артеріальний тиск. Потім знову визначають частоту пульсу і з поверненням до норми, але не раніше II хв після навантаження, ще раз вимірюють артеріальний тиск. Друге навантаження – біг на місці протягом 15 с із максимальною інтенсивністю (навантаження на швидкість).



Після цього обстежуваний сідає і відпочиває 4 хв. У перші й останні 10 с кожної хвилини визначають частоту пульсу, а з 15 с вимірюють артеріальний тиск. Третє – біг на місці протягом 3 хвилин у темпі 180 кроків за 1 хв (навантаження на витривалість). Із закінченням бігу в положенні сидячи визначають частоту пульсу і вимірюють артеріальний тиск протягом 5 хв за описаною вище послідовністю. Тривалість відпочинку після першого навантаження, протягом якого вимірюється пульс та артеріальний тиск, складає 2 хв, після другого – 4, після третього – 5 хв. Результати реєструються за схемою й оцінюються 5 основних типів реакції: нормотонічний, гіпотонічний, гіпертонічний, дистонічний, східчастий. У такий спосіб, указана функціональна проба дозволяє оцінити пристосування організму до фізичних навантажень різноманітного характеру й інтенсивності.

Із спеціальних тестів можна назвати, наприклад, тест для борців (обстежуваний протягом 3 хвилин виконує кидки чучела, і підраховується кількість виконаних кидків, а до і після навантаження вимірюються ЧСС, артеріальний тиск, час відновлення), тест для боксерів (обстежуваний веде трираундовий бій з тренувальною грушею протягом 3 хвилин кожен з 1-хвилинною перервою між ними, і підраховується кількість ударів та їх сила в кожному раунді, а до і після раундів визначається пульс, після третього – артеріальний тиск, ЕКГ та інші показники, визначається час відновлення).

6.6.1. Визначення фізичної працездатності

Провідним показником функціонального стану організму й об'єктивним критерієм здоров'я людини є рівень загальної фізичної працездатності (Physical Working Capacity – PWC) – потенційна здатність людини виконувати максимальні фізичні зусилля у статичній, динамічній і змішаній роботі. Потужність фізичного навантаження визначається у кгм/хв або Вт.



За інструкцією ВООЗ, при обстеженні здорових осіб початкове навантаження в жінок повинно бути 150 кгм/хв із подальшим збільшенням на 150 кгм/хв до 300, 450, 600 і под. кгм/хв; у чоловіків – 300 кгм/хв із подальшим зростанням на 300 кгм/хв до 600, 900, 1200 і под. кгм/хв. Навантажувальні тести в дітей у віці до 10 років розпочинають із мінімальних навантажень (до 50 кгм/хв), а з 10 років і старше – з урахуванням маси тіла, але, згідно з рекомендаціями ВООЗ, – зі 100–150 кгм/хв.

ВООЗ радить визначати фізичну працездатність за досягненням ЧСС 170 уд./хв, тобто W_{170} ще PWC_{170} . ЧСС у 170 уд./хв характеризує оптимальний за продуктивністю режим роботи серцево-судинної системи. Для старшої вікової групи, а також для юних спортсменів застосовують тести при досягненні ЧСС 130 і 150 уд./хв (PWC_{130} , PWC_{150}).

Вирахування рівня навантаження при степ-тестах здійснюється на підставі розрахунків маси тіла обстежуваного, висоти сходинки і кількості піднімань на сходинки, проте найпростіше його визначити за шкалою велоергометра.

6.6.2. Велоергометрія

Велоергометрія – діагностичний метод дозованих фізичних навантажень із визначенням індивідуальної толерантності до них з застосуванням збільшуваного навантаження під контролем ЕКГ й артеріального тиску; проводиться на велоергометрі (рис. 6.14).

Велоергометр становить особливий вид велотренажера, який, на відміну від останнього, здатний точно дозувати навантаження. Розрізняють велоергометри з механічною й електричною гальмівною системами. При механічній гальмівній системі навантаження регулюється силою тертя шкіряного ремня, притиснутого до зовнішньої поверхні колеса велосипеда або системи гальмівних колодок. При виконанні про-



би на такому велоергометрі потрібно дотримуватися швидкості обертання педалей 60 обертів за хвилину, оскільки при збільшенні швидкості потужність виконуваної роботи зростає, а при зниженні – зменшується. Велоергометри з електричною гальмівною системою забезпечують переміщенням в електромагнітному полі провідника (металева стрічка на зовнішній частині колеса). При роботі на такому велоергометрі, швидкість обертів може коливатися від 30 до 70 за хвилину, при цьому потужність навантаження буде постійною (при швидшому обертанні педалей спротив меншає, а при повільнішому – зростає).



Рис. 6.14. Велоергометрія

Велоергометрія як метод забезпечує оптимальні можливості отримання точних фізіологічних даних для оцінки функціонального стану людини, її фізичної здатності. При роботі на велоергометрі, на відміну від тредміла, рухи верхньої половини тіла не такі виражені, що забезпечує якісний запис



ЕКГ і контроль артеріального тиску. Водночас велоергометр дешевший, займає менше місця, при роботі на ньому створюється менше шуму, ніж при використанні тредміла.

Розрахунок навантаження проводиться за формулами або номограмами. Визначити максимальну ЧСС можна спрощеним способом:

$$220 - \text{вік обстежуваного (роки)} = \text{ЧСС за хв.}$$

Однак треба зважити, що в більшості рекомендацій пропонується користуватися субмаксимальною ЧСС для припинення навантаження.

Упродовж субмаксимального навантажувального тесту критерієм припинення навантаження буде досягнення субмаксимальної ЧСС, яка розраховується за формулою Г. Яковлева:

$$\text{ЧСС} = \text{ЧСС}_{\text{у спокої}} + K (215 - \text{вік} - \text{ЧСС}_{\text{у спокої}}),$$

де K – коефіцієнт поправки, що складає 0,9 для спортсменів, 0,8 – для здорових осіб, 0,7 – для хворих, 0,6 – для перехворілих на інфаркт міокарда.

6.6.3. Тредміл-тест

Тредміл-тест – діагностичний метод дозованих фізичних навантажень із визначенням індивідуальної толерантності до них з застосуванням збільшеного навантаження під контролем ЕКГ й артеріального тиску, яке проводиться на тредмілі (рис. 6.15). Розрахунок витрат енергії на тредмілі залежить від швидкості руху і нахилу рухомої доріжки.

Тредміл – прилад зі спеціальною рухомою доріжкою, швидкість і нахил якої змінюються. Як і при реєстрації одномоментної ЕКГ й велоергометрії, на грудній клітці обстежуваного розміщують електроди або спеціальний пояс, вимірюють артеріальний тиск – до початку тесту й упродовж його. Режими тестування можуть бути різними, але наванта-



ження зростає за допомогою збільшення швидкості обертання доріжки і кута її нахилу (рис. 6.16).



Рис. 6.15. Тредміл



Рис. 6.16. Проведення тредміл-тесту з газовим аналізом видихуваного повітря



ВООЗ рекомендує два варіанти навантажень на тредмлі:

1) горизонтальний рівень доріжки зі збільшеною швидкістю від 6 до 8 км/год;

2) постійна швидкість зі східчастим зростанням нахилу по 2,5 %, при цьому можливі два варіанти: ходьба зі швидкістю 5 км/год і біг зі швидкістю 10 км/год.

За допомогою велоергометрії та тредмил-тесту отримується інформація про показники аеробної працездатності спортсмена, швидкості їх відновлення, необхідні тренеру для грамотного планування тренувального процесу. Окрім того, за допомогою тестування перевіряється робота серця в умовах максимальних навантажень.

Існують різні модифікації ергометрів з ніжним педалюванням (рис. 6.17) і проведення стрес-тесту з одночасним ультразвуковим дослідженням (рис. 6.18), а також для рук (рис. 6.19).



Рис. 6.17. Спеціальні ергометри з ніжним педалюванням:

а – горизонтальний ергометр Kettler RX7 7686-600;

б – еліптичний ергометр Vision X1500 Deluxe



Рис. 6.18. Ергометр з ніжним педалюванням для проведення стрес-тесту з одночасним ультразвуковим дослідженням



a



б

Рис. 6.19. Ергометри для рук різних модифікацій з електричною системою гальмування:

a – Arm 904; *б* – Energoselect 400



Ергометри для рук використовуються для досліджень у спортивній медицині, реабілітації як для ергометричного тестування, так і для тренувань. Робоче навантаженням з а-значених ергометрів коливається від 7 до 1000 Вт. Проте слід зауважити, що робота руками складніша, відповідно досягнути потрібної частоти серцевих скорочень вдається швидше. Ергометри для рук забезпечують ідеальні умови для тренувань і проведення стрес-тестів у випадках, коли в обстежуваного є пошкодження опорно-рухового апарата і він пересувається на кріслі-каталці. Зазначені ергометри комплектуються як із жорстко прикріпленим кріслом, віддалі до основного блоку якого регулюється, так і без крісла, що дає можливість установлювати крісло-каталку, а також із пристроєм для фіксування стандартного крісла-каталки. Плаваюча ручка в ергометрах дозволяє регулювати висоту руків'я відповідно до росту обстежуваного.

На еліптичних ергометрах (рис. 6.17,б) встановлена система "плаваючих" педалей з електронною зміною кута нахилу, що збільшує залучення до тренування м'язів, – перш за все, м'язів стегна (задніх і бокових), сідниць і литкових м'язів, тимчасом як звичайні еліпси навантажують переважно передні групи м'язів ніг. Зміна кута нахилу створює імітацію рухів по пересіченій місцевості.

Із спеціальних ергометрів можна назвати, наприклад, гребний, лижний, для плавання тощо.

Сучасна система стрес-тест навантаження складається з комп'ютера з програмою і роздруківкою протоколу дослідження. Програма здійснює керування ергометром відповідно до заданого протоколу і з урахуванням отриманих даних ЕКГ. Система дозволяє синхронно реєструвати 12 каналів ЕКГ, проводити повний і детальний аналіз, відкривати збережені в архівній базі дані й видавати повноцінний ви-



сненок. Установка працює в модулі з велоергометром, тредмілом, з ергометром для ехокардіографічного стрес-тесту, радіологічного і МРТ-дослідження під час навантаження (рис. 6.20).



Рис. 6.20. Варіант модуля ЕКГ для стрес-тест навантаження

Ураховуючи лінійну залежність між величиною пульсу і рівнем споживання кисню за ЧСС, можна оцінити рівень аеробної здатності обстежуваного під час навантажувального тесту і рівні навантажень для досягнення, наприклад, субмаксимальної (75 %) аеробної здатності (таблиця 6.11). Зазначена таблиця дозволяє визначити максимальну частоту серцевих скорочень в осіб різної статі й віку. Максимальну частоту серцевих скорочень для осіб різного віку можна приблизно визначити шляхом віднімання від числа 220 віку обстежуваного в роках. Наприклад, для людини у віці 25 років максимальна ЧСС складатиме $220 - 25 = 195$.

Тест Валунда-Шестранда – субмаксимальне навантаження для визначення фізичної працездатності з досягненням ЧСС 170 уд./хв (PWC_{170}). Виконується наступним чином: обстежуваний зазнає на велоергометрі два навантаження різної потужності (W_1 і W_2) тривалістю 5 хв кожне

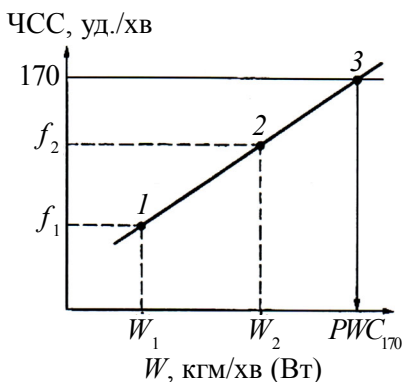


з 3-хвилинним відпочином. Навантаження підбирається з таким розрахунком, щоб отримати декілька значень пульсу в діапазоні від 120 до 170 уд./хв. Наприкінці кожного навантаження визначається ЧСС (відповідно f_1 і f_2).

Таблиця 6.11. Орієнтовна частота пульсу (уд./хв) в залежності від аеробної здатності (за R. Shephard, 1969)

Аеробна здатність, %	Вік, роки									
	20–29		30–39		40–49		50–59		60–69	
	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж
40	115	122	115	120	115	117	111	113	110	112
60	141	148	138	143	136	138	131	132	127	130
75	161	167	156	160	152	154	145	145	140	142
100	195	198	187	189	178	179	170	171	162	163

На підставі отриманих даних будують графік, де на осі абсцис заносять показники потужності навантаження (W_1 і W_2), на осі ординат – відповідну ЧСС (рис. 6.21). На перетині перпендикулярів, опущених у відповідні точки осей графіка, знаходять координати 1 і 2, через них проводять пряму до перетину з перпендикуляром, установленим з точки ЧСС, що відповідає 170 уд./хв (координата 3). Від неї опускається перпендикуляр на вісь абсцис, у такий спосіб отримують



значення потужності навантаження при ЧСС, що дорівнює 170 уд./хв.

Рис. 6.21. Графічний спосіб визначення PWC_{170} f_1 і f_2 – ЧСС при першому і другому навантаженнях, W_1 і W_2 – потужність першого і другого навантажень



Для спрощення розрахунку потужності роботи при двосхідчастому тесті PWC_{170} рекомендується формула:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

де PWC_{170} – потужність фізичного навантаження при ЧСС – 170 уд./хв; W_1 і W_2 – потужність першого і другого навантажень (кгм/хв або Вт); f_1 і f_2 – ЧСС на останній хвилині першого і другого навантажень (за 1 хв).

У здорових осіб орієнтовні величини PWC_{170} для жінок перебувають у межах 422–900 кгм/хв, для чоловіків – 850–1100 кгм/хв; для спортсменів вони коливаються залежно від виду спорту від 1100 до 2100 кгм/хв, причому для спортсменів циклічних видів спорту ці показники ще вищі.

Тест Новаккі – проба з безперервно східчасто збільшуваним навантаженням до максимального. Використовується для прямого визначення загальної фізичної працездатності, рекомендований ВООЗ. Суть тесту полягає у визначенні часу, протягом якого обстежуваний здатен виконати фізичне навантаження конкретної, залежної від власної маси, східчасто збільшеної потужності (Вт/кг). Навантаження задають велоергометром на першому етапі з розрахунку 1 Вт/кг маси, через кожні 2 хв воно збільшується на 1 Вт/кг (1 Вт = 6 кгм/хв) до тих пір, доки обстежуваний не відмовиться від виконання роботи. У цей момент споживання кисню близьке чи дорівнює максимальному, як і ЧСС, що також сягає максимального (рис. 6.22).

Тест можна використовувати для дослідження як тренуваних, так і нетренуваних осіб, а також при підборі реабілітаційних заходів (тоді розпочинають із навантаження 1/4 Вт/кг). Оцінка результатів тестування для здорових осіб показана в таблиці 6.12. Для точності оцінки функціональної



готовності потрібно реєструвати тривалість роботи до відмови в секундах. Під час дослідження мають витримуватися всі запобіжні заходи, як і при будь-якій пробі з максимальними чи пороговими навантаженнями.

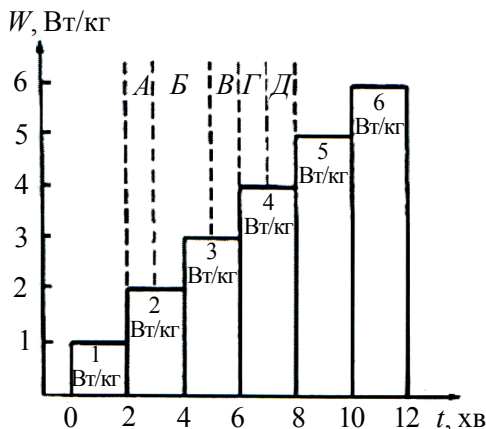


Рис. 6.22. Схема проведення тесту Новаккі:

W – потужність навантаження; t – час.
Коментар – у таблиці 6.12

Таблиця 6.12. Оцінювальні параметри фізичного стану за результатами тесту Новаккі

Потужність навантаження, Вт/кг	Час роботи на кожній сходинці	Оцінка результатів тестування
2	1	Низька працездатність у нетренованих (А)
3	1	Задовільна працездатність у нетренованих (Б)
3	2	Нормальна працездатність у нетренованих (В)
4	1	Задовільна робота у спортсменів (Г)
4	2	Добра працездатність у спортсменів (Д)
5	1–2	Висока працездатність у спортсменів
6	1	Дуже висока працездатність у спортсменів

Тест Купера (Т. Соорер, 1970). 12-хвилинний тест Купера передбачає додання максимально можливої віддалі бігом за 12 хв на рівній місцевості (без підйомів і спусків), як правило, на стадіоні (таблиця 6.13). Тест припиняється, якщо



в обстежуваного виникли ознаки перевантаження (різка задишка, тахіаритмія, головокружіння, біль у ділянці серця тощо).

Таблиця 6.13. Оцінювальні параметри фізичного стану за результатами 12-хвилинного тесту Купера*

Фізичний стан	Вік, роки			
	молодші за 30	30–30	40–49	50 і старші
Дуже поганий	менше за 1,6 (1,5)	менше за 1,5 (1,4)	менше за 1,4 (1,2)	менше за 1,3 (1,0)
Поганий	1,6–2,0 (1,5–1,8)	1,5–1,8 (1,4–1,7)	1,4–1,7 (1,2–1,5)	1,3–1,6 (1,0–1,3)
Задовільний	2,1–2,4 (1,8–2,1)	1,8–2,2 (1,7–2,0)	1,7–2,1 (1,5–1,8)	1,6–2,0 (1,3–1,7)
Добрий	2,4–2,8 (2,1–2,6)	2,2–2,6 (2,01–2,5)	2,1–2,5 (1,8–2,3)	2,01–2,4 (1,71–2,2)
Відмінний	понад 2,8 (2,6)	понад 2,6 (2,5)	понад 2,5 (2,3)	понад 2,4 (2,2)

* Віддаль, подолана за 12 хв, указана в км, для чоловіків – без дужок, для жінок – у дужках.

6.6.4. Визначення максимального споживання кисню

Максимальне споживання кисню – це найбільша кількість кисню, який людина здатна спожити протягом однієї хвилини. Дослідження максимального споживання кисню характеризує максимальну потужність аеробних процесів в організмі за одиницю часу і дозволяє оцінити функціональний стан кардіореспіраторної системи й фізичної працездатності. Максимальне споживання кисню залежить від функціонального стану системи зовнішнього дихання, дифузної здатності легень і легеневого кровообігу, гемодинамічних показників (ударного об'єму, серцевого викиду), стану кисневої ємкості крові, активності ферментативних



систем, кількості м'язів, що працюють (мають складати не менше ніж 2/3 від усієї м'язової маси), і системи регуляції.

Максимальне споживання кисню визначається двома способами: прямим і непрямим. Прямий спосіб визначення максимального споживання кисню полягає у виконанні роботи зі збільшеною потужністю (наприклад, на велоергометрі чи тредмілі) при одночасному визначенні кисню й вуглекислого газу в видихуваному повітрі (за старим методом, видихують повітря в мішок Дугласа, виконують газоаналіз апаратом Холдена і за допомогою сучасних електронних газоаналізаторів, які видають інформацію кожні 20–30 с: рівень споживання кисню, легеневу вентиляцію, дихальний коефіцієнт тощо). В якийсь період, попри зростання потужності роботи, рівень поглинання кисню припиняє зростати – ця величина і приймається за максимальне споживання кисню. У спортсменів воно складає 2–5 л/хв, в окремих випадках може сягати 5,5–6,5 л/хв, при легеневої вентиляції – 180–220 л/хв.

На максимальні навантаження, особливо при повторних обстеженнях, організм реагує не байдуже, а тому максимальне споживання кисню частіше визначають непрямим методом під час роботи помірної потужності. Непрямий метод вимірювання максимального споживання кисню не вимагає складної апаратури, проте для обстеження висококваліфікованих спортсменів рекомендується визначати максимальне споживання кисню прямим методом.

Розрахунки максимального споживання кисню непрямим методом забезпечують достатню точність результатів і придатні для динамічного спостереження за розвитком аеробних можливостей спортсмена. Обсяг максимального споживання кисню залежить від статі, віку, фізичної підготовки обстежуваного й коливається в широких межах. Величину максимального споживання кисню визначають за спеціаль-



ною номограмою, запропонованою Андерсен і Сіверсен (K. Lange Andersen, Smith Siversten) у 1966 р. (рис. 6.23), чи за М. Амосовим і Я. Бендетом (1989).

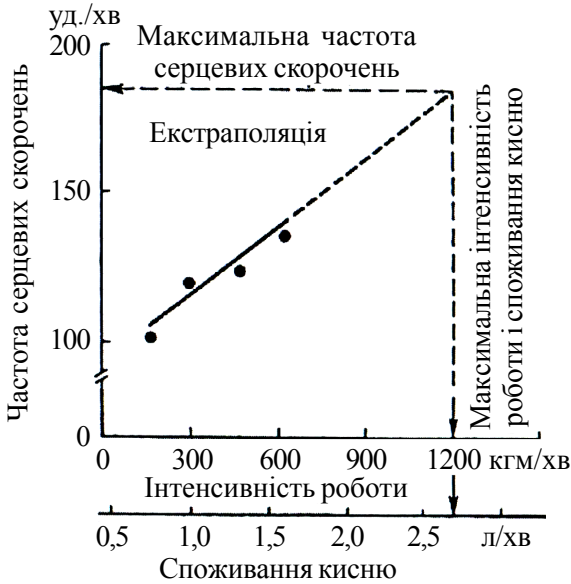


Рис. 6.23. Графік для непрямого визначення максимальної роботи і максимального споживання кисню на основі субмаксимальних навантажувальних тестів (за К. Lange Andersen і Smith Siversten, 1966)

Нормальні величини максимального споживання кисню в дорослих і дітей шкільного віку наведені в таблицях 6.14, 6.15.

При визначенні обсягу максимального споживання кисню обстежуваному пропонується навантаження на велоергометрі (ЧСС повинна перебувати між 120–170 уд./хв) або степ-тест (висота сходинок – 40 см для чоловіків, 33 см – для жінок, темп сходження – 22,5 цикли за хвилину) протягом не менш ніж 5 хвилин. ЧСС реєструється на 5-ій хвилині



роботи. Розрахунок максимального споживання кисню роблять за номограмою Астранда (I. Astrand, додаток 2) і формулою фон Добелна (von Döbeln, таблиця 6.16). Отриманий за допомогою номограми показник коригується шляхом множення на "віковий фактор" (таблиця 6.17). У таблиці 6.18 показана номограма Астранда (I. Astrand) після розрахунків на основі субмаксимальних навантажувальних тестів на велоергометрі.

Таблиця 6.14. Максимальне споживання кисню (мл/хв/кг) у дорослих (за К. Andersen і співав., 1971)

Вік, роки	Чоловіки	Жінки
20–29	44	36
30–39	42	34
40–49	39	33
50–59	36	29
60–69	32	–
70–79	27	–

Таблиця 6.15. Максимальне споживання кисню в дітей і підлітків (за J. Rutenfranz і T. Nettinger, 1959)

Вік, роки	Хлопчики		Дівчатка	
	л/хв	мл/хв/кг	л/хв	мл/хв/кг
9	1,51	50	1,22	40
11	1,93	50	1,49	39
13	2,35	50	2,03	43
15	3,17	53	2,02	38
17	3,7	54	2,19	38

Таблиця 6.16. Розрахунок максимального споживання кисню ($VO_{2\max}$), за формулою фон Добелна

Вік, роки	$T \cdot e^{-0,00884}$
18	0,853
19	0,846
20	0,839
21	0,831
22	0,823
23	0,817
24	0,809
25	0,799
26	0,794
27	0,788
28	0,779
29	0,773
30	0,767

Таблиця 6.17. Вікові коефіцієнти поправки до величин максимального споживання кисню, за номограмою I. Astrand (1960)

Вік, роки	15	25	35	40	45	50	55	60	65
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65



Таблиця 6.18. Визначення максимального споживання кисню на підставі субмаксимальних навантажувальних тестів на велоергометрі*

ЧСС	Максимальне споживання кисню, л/хв									
	Чоловіки					Жінки				
	300	600	900	1200	1500	300	450	600	750	900
кгм/хв										
120	2,2	3,5	4,8	–	–	2,6	3,4	4,1	4,8	–
121	2,2	3,4	4,7	–	–	2,5	3,3	4,0	4,8	–
122	2,2	3,4	4,6	–	–	2,5	3,2	3,9	4,7	–
123	2,1	3,4	4,6	–	–	2,4	3,1	3,8	4,6	–
124	2,1	3,3	4,5	6,0	–	2,4	3,1	3,8	4,5	–
125	2,0	3,2	4,4	5,9	–	2,3	3,0	3,7	4,4	–
126	2,0	3,2	4,4	5,8	–	2,3	3,0	3,6	4,3	–
127	2,0	3,1	4,3	5,7	–	2,2	2,9	3,5	4,2	–
128	2,0	3,1	4,2	5,6	–	2,2	2,8	3,5	4,2	4,8
129	1,9	3,0	4,2	5,6	–	2,2	2,8	3,4	4,1	4,8
130	1,9	3,0	4,1	5,5	–	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7
131	1,8	2,9	4,0	5,4	–	2,1	2,7	3,4	4,0	4,6
132	1,8	2,9	4,0	5,3	–	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5
133	1,8	2,8	3,9	5,3	–	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4
134	1,8	2,8	3,9	5,2	–	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4
135	1,7	2,8	3,8	5,1	–	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3
136	1,7	2,7	3,8	5,0	–	1,9	2,5	3,1	3,6	4,2
137	1,7	2,7	3,7	5,0	–	1,9	2,5	3,0	3,6	4,2
138	1,6	2,7	3,7	4,9	–	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1
139	1,6	2,6	3,6	4,8	–	1,8	2,4	2,9	3,5	4,0
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0
141	–	2,6	3,5	4,7	5,9	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9
142	–	2,5	3,5	4,6	5,8	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9
143	–	2,5	3,4	4,6	5,7	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8
144	–	2,5	3,4	4,5	5,7	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8
145	–	2,4	3,4	4,4	5,6	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7
146	–	2,4	3,3	4,4	5,6	1,0	2,2	2,6	3,2	3,7
147	–	2,4	3,3	4,4	5,5	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
148	–	2,4	3,2	4,3	5,4	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
149	–	2,3	3,2	4,3	5,4	–	2,1	2,6	3,0	3,5



Продовж. табл. 6.18

ЧСС	Максимальне споживання кисню, л/хв									
	Чоловіки					Жінки				
	300	600	900	1200	1500	300	450	600	750	900
КГМ/ХВ										
150	–	2,3	3,2	4,2	5,3	–	2,0	2,5	3,0	3,5
151	–	2,3	3,1	4,2	5,2	–	2,0	2,5	3,0	3,4
152	–	2,3	3,1	4,1	5,2	–	2,0	2,5	2,9	3,4
153	–	2,2	3,0	4,1	5,1	–	2,0	2,4	2,9	3,3
154	–	2,2	3,0	4,0	5,1	–	2,0	2,4	2,8	3,3
155	–	2,2	3,0	4,0	5,0	–	1,9	2,4	2,8	3,2
156	–	2,2	2,9	4,0	5,0	–	1,9	2,3	2,8	3,2
157	–	2,1	2,9	3,9	4,9	–	1,9	2,3	2,7	3,2
158	–	2,1	2,9	3,9	4,9	–	1,8	2,3	2,7	3,1
159	–	2,1	2,8	3,8	4,8	–	1,8	2,2	2,7	3,1
160	–	2,1	2,8	3,8	4,8	–	1,8	2,2	2,6	3,0
161	–	2,0	2,8	3,7	4,7	–	1,8	2,2	2,6	3,0
162	–	2,0	2,8	3,7	4,6	–	1,8	2,2	2,6	3,0
163	–	2,0	2,8	3,7	4,6	–	1,7	2,2	2,6	2,9
164	–	2,0	2,7	3,6	4,5	–	1,7	2,1	2,5	2,9
165	–	2,0	2,7	3,6	4,5	–	1,7	2,1	2,5	2,9
166	–	1,9	2,7	3,6	4,5	–	1,7	2,1	2,5	2,8
167	–	1,9	2,6	3,5	4,4	–	1,6	2,1	2,4	2,8
168	–	1,9	2,6	3,5	4,4	–	1,6	2,0	2,4	2,8
169	–	1,9	2,6	3,5	4,3	–	1,6	2,0	2,4	2,8
170	–	1,8	2,6	3,4	4,3	–	1,6	2,0	2,4	2,7

* Показники таблиці мають бути відкореговані за віком (див. таблицю 6.17).

Запропоновані різні градації оцінки функціонального стану організму за рівнем максимального споживання кисню. Наприклад, за величиною максимального споживання кисню і віком К. Купер (К. Cooper, 1970) виділяв 5 категорій фізичного стану (таблиця 6.19).



Таблиця 6.19. Оцінювальні параметри фізичного стану за величиною максимального споживання кисню (мл/хв/кг), за К. Соопер

Фізичний стан	Вік, роки			
	молодші 30	30–30	40–49	50 і старші
Дуже поганий	менш ніж 25	менш ніж 25	менш ніж 25	–
Поганий	25,0–33,7	25,0–30,1	25,0–26,4	менше 25
Задовільний	33,8–42,5	30,2–39,1	26,5–35,4	25,0–33,7
Добрий	42,6–51,5	39,2–48	35,5–45	33,8–43
Відмінний	51,6 і більше	48,1 і більше	45,1 і більше	43,1 і більше

Таблиця 6.20. Кореляція між результатами 12-хвилинного тесту і максимальним споживанням кисню (за К. Соопер)

Віддаль, пройдена за 12 хв (км)	Максимальне споживання кисню, мл/хв/кг
Менш ніж 1,6	Менш ніж 25,0
1,6–2,0	25,0–33,7
2,01–2,4	33,8–42,5
2,41–2,8	42,6–51,5
Більше за 2,8	51,6 і більше

Рівень максимального споживання кисню в комплексі з іншими методами може використовуватися для селекції спортсменів на відбірковій й відповідальній змагання, оцінки функціонального стану спортсмена і фізкультурників. Спеціалісти ВООЗ відзначили співпадіння результатів різних тестів (степ-тест, велоергометрія, тредміл-тест) при однакових навантаженнях за максимальним споживанням кисню, ЧСС і вмістом молочної кислоти в крові.



Розділ 7. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СИСТЕМИ ОРГАНІВ ДИХАННЯ

7.1. Клінічні і параклінічні методи обстеження

Дослідження системи органів дихання розпочинають з *анамнезу*, який створює попереднє уявлення про функціональні можливості зовнішнього дихання. Після розгляду анамнезу переходять до об'єктивних *фізичних методів* дослідження: огляду, пальпації, перкусії, аускультатії. Соматоскопія (огляд грудної клітки) і пальпація дозволяють визначити форму грудної клітки (нормостенічна, гіперстенічна, астенічна), тип дихання (грудний, черевний, змішаний) і його частоту (у дорослого в нормі у спокою складає 16–20 за хв., а у спортсменів – 8–16, проте воно дещо глибше, при навантаженні частота дихання збільшується до 40–60 за хв, у новонароджених частота дихання коливається від 30 до 60 за хв, у дітей дошкільного віку – від 20 до 40 за хв, у дітей шкільного віку – від 15 до 25 за хв, досягаючи в 15 років таких же показників, як у дорослих), ритмічність, глибину дихання, синхронність рухів обох половин грудної клітки при диханні.

Пальпацією грудної клітки визначається локальна і поширена болючість, голосове тремтіння.



Перкусією виявляють зміни щільності легень (легеневий звук і притуплення), топографічні межі легень, рухомість нижнього краю легень (на максимальному вдиху і видиху на середній паховій лінії).

Аускультативний метод дослідження, як і перкусія, також дозволяє оцінити звукові явища, що виникають у легенях і свідчать про їх фізичні властивості, проте, на відміну від перкусії, вислуховування фіксує звуки, які з'являються внаслідок природного функціонування легень.

Методом антропометрії визначають параметри грудної клітки (окружності), її екскурсію на вдиху і видиху.

У дослідженні органів дихання застосовують різновиди *рентгенологічного методу* (рентгеноскопію, рентгенографію, рентгенокімографію, диплорентгенографію та ін.). При диплографії на одній плівці, не змінюючи положення обстежуваного, можна отримати зображення двох контурів діафрагми (у фазі максимального вдиху і в фазі максимального видиху), що дозволяє об'єктивно оцінити її екскурсію при акті дихання. Проте найпоширенішою є рентгенографія, що дозволяє фіксувати зміни структури легеневої тканини.

Бронхоскопія, бронхографія дають уявлення про прохідності бронхіального дерева і стан слизових оболонок бронхів.

Інструментальне дослідження функції зовнішнього дихання проводиться з метою визначення функціональних можливостей респіраторної системи і дихальної мускулатури, а також виявлення рестриктивних (обмеження розправленню легень унаслідок деформації грудної клітки, плевральних злук, рідини у плевральній порожнині тощо, які знижують їх вентиляційну здатність) і обструктивних (порушення



прохідності бронхіального дерева через різні захворювання легень і бронхів, що призводить до неадекватної легеневої вентиляції і затруднення відходження слизу з бронхів) порушень легеневої вентиляції в результаті пошкоджень паренхіми легень, прохідності дихальних шляхів, реактивності бронхіального дерева.

7.2. Спірометрія

Спірометрія (від. лат. *spiro* – "дихати" і гр. *metreo* – "міряти", "вимірювати") – метод дослідження функції зовнішнього дихання без графічної реєстрації результатів (із графічною реєстрацією – спірометрія), що включає вимірювання об'ємних і швидкісних показників дихання за допомогою приладу спірометра. Основні показники, оцінювані при проведенні спірометрії:

ЖЄЛ – життєва ємність легень. Оцінюється як різниця між об'ємами повітря в легенях при повному вдиху і повному видиху;

ФЖЄЛ – різниця між об'ємами повітря в легенях у точках початку і кінця форсованого видиху;

ОФВ1 – об'єм форсованого видиху за першу секунду форсованого видиху;

Відношення ОФВ1/ФЖЄЛ, виражене у відсотках, – індекс Тиффно – чутливий індекс наявності чи відсутності погіршення прохідності дихальних шляхів;

ПОШ – пікова об'ємна швидкість – максимальний потік, що досягається в процесі видиху;

Хв.ОШ – максимальні об'ємні швидкості – швидкість повітряного потоку в момент видиху певної частини ФЖЄЛ (частіше – 25, 50 і 75 % ФЖЄЛ).

Для дослідження функції зовнішнього дихання користуються спірометрами – приладами для вимірювання об'єму



повітря, що поступає в легені (рис. 7.1, 7.2). Застосовуються механічні – водяні й сухі та сучасні цифрові спірометри.

Рис. 7.1. Механічний спірометр – ССП – сухий портативний, призначений для вимірювання об'єму видихуваного повітря з метою визначення параметрів життєвої ємності легень (діапазон показань – від 0 до 6,5 л, ціна поділки – 100 мл, габаритні розміри – 71×50×66 мм, маса – 150 г)



a



б

Рис. 7.2. Різні типи універсальних діагностичних електронних спірометрів з опціями оксиметра:

a – універсальний портативний спірометр Spirobank II з датчиком SpO₂ для проведення тривалого оксиметричного тестування; *б* – пульмонологічна система експертного класу MIR Spirolab III

Головним призначенням спірометрів є визначення дихальної здатності людини. До появи сучасних цифрових спірометрів використовувалися водяні механічні моделі.



Видихуване повітря потрапляло в циліндр, розташований у посудині з водою. Під час видиху циліндр переміщувався вгору, а спеціальний записувальний пристрій залишав на папері графік. Процес обстеження спірометрами старих модифікацій був трудомістким і тривалим. У нас час лікарі використовують цифрові моделі спірометрів, що складаються з датчика потоку повітря й електронного пристрою, який перетворює показники датчика в цифрову форму й виконує потрібні розрахунки. Аналізи й розрахунок інформації в сучасних спірометрах виконує персональний комп'ютер. Сучасні моделі цих апаратів відзначаються компактними розмірами і точністю вимірювання відповідно до міжнародних вимог американського торокального товариства (American Thoracic Society – ATS) та європейського респіраторного товариства (European Respiratory Society – ERS).

Протипоказаннями для дослідження є гострі респіраторні інфекції (проводяться не раніше як через два тижні після видужання). Обстежуваному потрібно уникати навантаження за 2 год до процедури, виключити перебування на холодному повітрі й не курити як мінімум за 4 год до дослідження. Між останнім уживанням їжі, кави і процедурою має пройти не менш ніж 2 год, а вживання ліків слід припинити за 12 год до процедури; повторні дослідження бажано проводити в той самий час, оскільки змінюються добові коливання функції дихання.

Діагностична пульмонологічна система експертного класу оперативно визначає показники функції легень, що відразу відображаються на дисплеї, а звіт спірометрії роздруковується на паперовий носій умонтованим принтером. Прилад дозволяє автоматично вибирати кращий тест і його інтерпретації відповідно до ATS/ERS стандартів, зберігати в своїй пам'яті декілька тисяч тестів. Такого класу спірометри зручні



в експлуатації, легкі (до 2 кг), живляться як від перезарядної батареї, так і від мережі.

Універсальні портативні спірометри відображають на графічному екрані результати кривої "Потік – Об'єм", записи трьох кращих результатів. Такі прилади мають великий обсяг пам'яті (6 тисяч тестів і 1000 год. запису оксиметрії) й дозволяють передавати отримані й архівні дані через з'єднання Bluetooth із принтером, мобільним телефоном і комп'ютером.

Спірометричну пробу механічними спірометрами виконують тричі, а з-поміж результатів трьох проб реєструється кращий.

Усі показники легеневої вентиляції з певною умовністю поділяють на статичні, або анатомічні величини (легеневі об'єми), і динамічні, т. зв. функціональні (швидкісні показники акту дихання і зміни легеневого об'єму за одиницю часу). Усі ці показники варіабельні, залежать від статі, віку, маси, росту, положення тіла, стану нервової системи та ін. Тому для правильної оцінки функціонального стану апарата зовнішнього дихання визначення абсолютних показників тих чи інших величин недостатньо: потрібне зіставлення отриманих абсолютних показників із так званими необхідними величинами – відповідними показниками у здорової людини тих самих віку, маси, статі, росту тощо. Це зіставлення виражається в відсотках і необхідне тому, що у здорових залежно від ряду причин (утомленість, стан нервової системи і под.) можуть відзначатися відхилення від потрібних величин.

Статична спірометрія оцінює показники легеневої вентиляції (легеневі об'єми). Найважливіший з них – життєва ємкість легень (ЖЄЛ) – максимальний об'єм видихуваного повітря після найглибшого вдиху. ЖЄЛ складається з дихального об'єму, резервного об'єму вдиху і резервного об'єму видиху, залежить від статі, віку, розмірів тіла, тренуваності.



Для жінок складає в середньому 2,5–4 л, для чоловіків – 3,5–5 л. На тлі тренувань ЖЄЛ зростає, у добре тренуваних спортсменів досягає 8 л.

Дихальний об'єм (ДО) – об'єм повітря, вдихуваний і видихуваний при нормальному спокійному диханні. У здорових дорослих осіб він дорівнює в середньому 500 мл (від 300 до 900 мл), звичайно складає 15 % ЖЄЛ. Із дихального об'єму приблизно 150 мл – повітря функціонального мертвого простору (ПФМП), який не бере участь у газообміні, його роль – зволоження і зігрівання вдихуваного повітря.

Резервний об'єм видиху ($PO_{\text{вид}}$) – об'єм повітря, який можна видихнути, якщо після завершення нормального видиху зробити максимальний видих. Він дорівнює 1500–2000 мл і складає 25–30 % від ЖЄЛ.

Резервний об'єм вдиху ($PO_{\text{вд}}$) – об'єм повітря, який можна вдихнути, якщо після звичайного вдиху зробити максимальний вдих. Він дорівнює 1600–2100 мл і становить приблизно 40 % ЖЄЛ.

Залишковий об'єм (ЗО) – об'єм повітря, що залишився в легенях після максимального видиху, дорівнює приблизно 100–1500 мл.

Динамічна спірометрія включає вимірювання максимальної об'ємної швидкості вдиху і видиху, об'єму форсованого видиху за 1 с і ряд інших показників.

Аналіз кривих "Потік – Об'єм" показує величину максимального потоку, або максимальної об'ємної швидкості – МОШ, при видиху до трьох рівнів: 75, 50 і 25 % від ЖЄЛ. Показник МОШ 75 % залежить від розвиненого м'язового зусилля під час видиху і податливості легень. МОШ 50 % і МОШ 25 % є критеріями прохідності бронхів середнього і дрібного калібру. Аналіз кривої "Об'єм – Час" показує величину швидкого і повного видиху після максимального вдиху:



форсовану життєву ємкість легень (ФЖЄЛ), або об'єм по-вітря, видихуваний при максимально швидкому видиху після максимально глибокого вдиху, об'єм форсованого видиху за 1 с ($ОФВ_1$) та індекс Тиффно – виражене у відсотках відношення $ОФВ_1$ до ФЖЄЛ. У нормі воно коливається від 63 до 98 % і в середньому складає 81 %. Здорова доросла людина за 1 с видихує 83 % ЖЄЛ, за 2 с – 94 %, за 3 с – 97 %, за 4 с – 100 % ЖЄЛ. Зменшення величини $ОФВ_1$ характерне для захворювань із порушенням бронхіальної прохідності.

За результатами спірометрії можна виявити ознаки бронхообструктивного синдрому: сповільнення форсованого видиху внаслідок збільшення опору, зниження показників ФЖЄЛ, $ОФВ_1$, МОШ, індексу Тиффно. Зниження МОШ 50 % і МОШ 25 % – найчутливіші показники бронхіальної обструкції на її ранніх стадіях. При цьому ЖЄЛ довгий час залишається не зміненою. Зменшення абсолютної величини ЖЄЛ при нормальній швидкості $ОФВ_1$ є однією з ознак рестриктивного синдрому.

За допомогою *пневмоманометрії* визначається об'ємна потужність вдиху і видиху, що вказує на силу дихальних м'язів. Пневмоманометричні показники у спортсменів-чоловіків на видиху складають $328 \pm 17,4$ мм рт. ст. і на вдиху – $246 \pm 1,8$ мм рт. ст., у спортсменок, відповідно, – $246 \pm 1,8$ мм рт. ст. і $200 \pm 7,0$ мм рт. ст. При захворюваннях легень, гіподинамії, перевтомі ці показники знижуються і вказують на слабкість дихальних м'язів.

Проба Розенталя оцінює функціональні можливості дихальної мускулатури (втомлювальність дихальної мускулатури), проводиться на спірометрії, де в обстежуваного 4–5 разів підряд з інтервалом у 10–15 с визначають ЖЄЛ. У нормі отримують однакові результати. Зниження ЖЄЛ протягом дослідження вказує на втомлювальність дихальної мускулатури.



7.3. Дослідження тренованості на нестачу кисню

Проба Штанге – час затримки дихання після глибокого вдиху (рот має бути закритим, а ніс затиснений пальцями чи носовим затискачем). Здорова доросла людина у нормі затримує дихання на 40–50 с, спортсмени високої кваліфікації – до 5 хв, а спортсменки – від 1,5 до 2,5 хв. Із покращенням фізичної підготовки в результаті адаптації до рухової гіпоксії час затримки дихання зростає.

Проба Генчі – час затримки дихання на видиху. Після неглибокого вдиху зробити видих і затримати дихання. Для здорових осіб час затримки дихання складає 25–30 с, для спортсменів – до 60–90 с. При хронічній утомі час затримки дихання різко зменшується.

Застосовують модифікований варіант проби Генчі після гіпервентиляції. Спочатку виконують максимально глибоке дихання (гіпервентиляція) протягом 45–60 с, а потім реєструють тривалість затримки дихання після максимального вдиху. У нормі відбувається зростання тривалості затримки дихання на видиху в 1,5–2 рази. Відсутність зростання часу цієї затримки свідчить про зміни функціонального стану кардіореспіраторної системи.

7.4. Визначення якісного і кількісного складу вдихуваного і видихуваного повітря

Транспортування газів кров'ю. Вентиляція легень тісно пов'язана з утворенням в організмі вуглекислоти. При інтенсивному навантаженні її зростання викликають анаеробні механізми м'язів, що працюють, і підсилене подразнення дихального центру. Дифузну здатність легень характеризує т. зв. дифузна ємність – кількість газів, що дифундують між альвеолами і легневими капілярами, – яка виражається



в мілілітрах (мл) за одиницю часу на кожну одиницю різниці парціального тиску (мм рт. ст.) У нормі дифузна ємність за киснем коливається в межах 20–30 мл/хв/мм рт. ст. При фізичному навантаженні ємність зростає пропорційно споживанню кисню. У тренуваних спортсменів з аеробною потужністю 5 л/хв дифузна ємність легень за киснем досягає 75 мл/хв/мм рт. ст.

Із зростанням навантаження збільшується й споживання кисню, а відповідно у вдихуваному повітрі концентрація вуглекислого газу збільшується. Вимірювальні прилади, за допомогою яких визначають якісний і кількісний склад суміші газів у вдихуваному і видихуваному повітрі, називають газоаналізаторами. Існують газоаналізатори ручної дії та автоматичні. За принципом функціонування останні поділяють на три групи: 1) об'ємно-манометричні (хімічні) – визначають зміну об'єму або тиску газової маси при хімічній реакції її компонентів; 2) фізико-хімічного аналізу (найпоширенішими є прилади, які базуються на електрохімічному методі, що виявляє концентрацію газів у суміші за її електричної провідністю); 3) фізичного аналізу (останні розробки приладів засновані на технології молекулярної кореляційної спектроскопії).

Газоаналізатор для реєстрації вмісту вуглекислого газу у видихуваному повітрі називається *капнографом*. В організмі міститься фізіологічно зумовлена кількість вуглекислоти (нормою вважається парціальний тиск 38 мм рт. ст.), а її контроль дозволяє визначити стан дихальної системи.

Сучасні *газоаналізатори* O_2 , CO_2 невеликих розмірів і ваги, мають цифрові та графічні дисплеї і працюють на вмонтованому перезарядному акумуляторі протягом декількох годин. Їх використовують під час проведення навантажувальних тестів (рис. 6.14), на тренуваннях (рис. 7.3).



В умовах фізичного навантаження рН зменшується за рахунок виділеної молочної кислоти в процесі анаеробного гліколізу. Зниження рН артеріальної крові підсилює вентиляцію. У нормі рН дорівнює 7,4.



Рис. 7.3. Використання портативного газоаналізатора на тренуваннях

7.5. Визначення чутливості бронхів до інгаляції ацетилхоліну

Ацетилхолін – медіатор холінергічних рецепторів парасимпатичної нервової системи, що є антагоністом адренергічної рецепторної стимуляції; розміщені ці рецептори в органах і тканинах. Уміст ацетилхоліну може змінюватися залежно від загального тону вегетативної нервової системи. Він відіграє важливу роль при потовиділенні, виникненні бронхоспазму тощо. Відомо, що при фізичному навантаженні збільшується потовиділення, відповідно зростає й концентрація ацетилхоліну. Це відноситься й до нервово-м'язової



інервації, де потрібна висока концентрація ацетилхоліну, але при порушенні метаболізму (накопиченні в крові лактату, сечової кислоти й інших метаболітів) і збільшенні концентрації ацетилхоліну у спортсменів нерідко виникає бронхоспазм, який призводить до зниження насиченості артеріальної крові киснем (гіпоксемія). Поріг чутливості бронхолегеневого апарата до інгаляції ацетилхоліну виражають індексом чутливості (ІЧ), вираховуваним за формулою:

$$ІЧ = \frac{Хв. ОД_n}{V \cdot C \cdot t \cdot Хв. ОД_ф},$$

де C – концентрація речовини; t – тривалість інгаляції; V – об'єм розпилення речовини за одиницю часу; $Хв. ОД_n$ – хвилинний об'єм дихання потрібний; $Хв. ОД_ф$ – хвилинний об'єм дихання фактичний.

У нормі індекс чутливості у здорових осіб складає 0,077.

Індекс чутливості до ацетилхоліну досліджується у спортсменів до і після тренувань, при больовому синдромі, бронхоспазмі. При бронхоспазмі, больовому синдромі і перетренованості індекс чутливості до ацетилхоліну підвищений.



Розділ 8. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ ТРАВНОЇ, ЕНДОКРИННОЇ ТА СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМ

8.1. Дослідження органів травлення

Методика дослідження системи травлення у спортсменів особливо не відрізняється від звичайного клінічного. Завдання його полягають у визначенні функціонального стану системи травлення і ранньому виявленні можливих порушень.

Діагностика функціонального стану органів травлення базується на комплексному застосуванні клінічних (анамнез, огляд, пальпація, перкусія, аускультация), лабораторних (хімічне і мікроскопічне дослідження вмісту шлунку, дванадцятипалої кишки, жовчного міхура, кишечника) та інструментальних (рентгенологічний, ендоскопічний) методів дослідження. Обсяг обстеження додатковими методами залежить від кожного конкретного випадку і визначається поставленою метою (наприклад, біопсія органів).

Дослідження розпочинають з *анамнезу* (розпитування) про які-небудь скарги з боку шлункового тракту. Звертають увагу на біль у ділянці живота, який може виникати під час навантажень; з'ясовують стан апетиту, чи правильно спортсмен харчується, чи дотримується режиму харчування, калорійності та чи достатньо споживає їжі.



Після розпитування *оглядають* порожнину рота, звертаючи увагу на зуби, ясна, язик (у нормі язик рожевий, вологий, без нальоту, а при захворюваннях колір його слизової змінюється), колір шкірних покривів, склер очей.

Пальпацією визначають, чи немає болючості, інших відхилень у ділянці шлунку, печінки, жовчного міхура, кишечника (збільшення, ущільнення, рухомість тощо). Якщо у спортсмена немає скарг з боку травної системи і пальпаторно не виявляється жодних відхилень, дослідження на цьому припиняється. Коли ж виявлені ті чи інші відхилення з боку шлунково-кишкового тракту, призначають спеціальні дослідження.

Перкуторно визначається розмір печінки, аускультацією живота виявляють зміни перистальтики (підсилення чи відсутність) кишечника тощо.

Секреторну функцію органів травлення вивчають шляхом дослідження отриманого зондуванням умісту шлунку, дванадцятипалої кишки, жовчного міхура, а також за допомогою радіометричних та електрометричних методів дослідження. При порушенні функції травної системи призначають рН-метрію, гастроскопію (езофагогастродуоденоскопію), ультразвукове дослідження органів черевної порожнини (печінки, підшлункової залози), виходячи з кожного конкретного випадку.

Електрометрична внутрішньошлункова рН-метрія може бути одномоментна протягом короткого часу, а також 24-годинна (рис. 8.1). Отримані дані останньої обробляються для визначення стану внутрішніх органів залежно від режиму харчування, способу життя, вживання ліків тощо.

Важливе значення в дослідженні органів травлення нині мають прижиттєві *морфологічні* (рентгеноскопія/-графія, ендоскопія) і *мікроскопічні* (цитологічні і гістологічні) методи. Сучасні гастроскопи, ректороманоскопи (прилади для



дослідження прямої кишки), колоноскопи (прилади для дослідження товстого кишечника) за будовою становлять гнучку трубку, всередині якої знаходиться волоконно-оптична система, що дозволяє оглядати через окуляр чи екран монітора слизову травної системи.



Рис. 8.1. Моніторинг рН ацидогастромонітором "Гастроскан-24"

Відеокапсульна ендоскопія слизової оболонки виконується з застосуванням відеокапсули (циліндрична капсула розміром 11×26 мм), яка після проковтування обстежуваним фіксує з пасивним просуванням по шлунково-кишковому тракту картину слизової оболонки шлунку, тонкого і товстого кишечника (2 кадри за 1 с).

В обстеженні шлунково-кишкового тракту донині не втрапило свого значення рентгенологічне обстеження з контрастними речовинами.

Рентгенівська сканувальна томографія – метод пошарового дослідження внутрішніх органів людини з використанням рентгенівського проміння, базований на вимірюванні і складному комп'ютерному обробленні різниці ослаблення рентгенівського випромінювання різними за щільністю тканинами.

Радіотелеметричне дослідження шлунково-кишкового тракту засноване на отриманні інформації про певні фізіо-



логічні й хімічні процеси за допомогою радіокапсул, розміщених у просвіті травної трубки. Система включає: радіопередавач, приймальну антену, радіоприймач і реєстратор досліджуваних процесів (рис. 8.2).

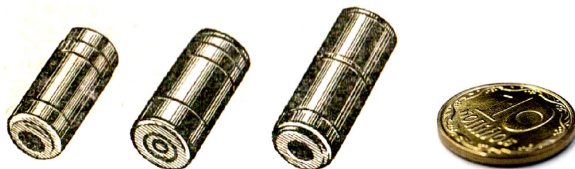


Рис. 8.2. Загальний вигляд радіокапсул для дослідження температури, тиску і рН.

Поряд – для порівняння – 10-копійкова монета

Дослідження моторно-евакуаційної функції шлунково-кишкового тракту здійснюється за допомогою безпосередньої реєстрації скоротливої активності травної трубки і методом оцінки моторної функції органів на підставі даних, що характеризують їх електричну активність.

До першої групи відносяться методи, базовані на безпосередньому вимірюванні внутрішньопорожнинного тиску шлунково-кишкового тракту за допомогою балонів, мікродатчиків, радіокапсул, катетерів. Їх особливістю є введення інерідного тіла безпосередньо у просвіт органа. До другої групи відносяться електрофізіологічні методи, засновані на вивченні електричної активності шлунково-кишкового тракту. Ці методи включають у себе як безпосередню реєстрацію біопотенціалів гладких м'язів стінок органів з фіксацією на них електродів – пряма електрогастроентерографія, так і їх реєстрацію з нашкірних електродів – периферична електрогастроентерографія.

Розміри радіометричних передавачів можуть бути від десятка міліметрів до розмірів піщинки як, наприклад, ІЕМ



(Ingestion Event Marker), що становить кремнієву мікросхему, яка, потрапивши до шлунку, активується під дією кислоти шлункового соку і передає сигнали про стан здоров'я на мікро-чип більшого розміру, прикріплений на шкірі, а той ретранслює їх на комп'ютер чи мобільний телефон (рис. 8.3).

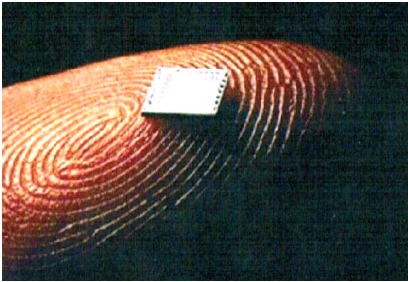


Рис. 8.3. Мініатюрний пристрій ІЕМ для передачі даних про стан шлунково-кишкового тракту

Поширеним лабораторним методом дослідження кишечника є копрологічний метод: опис зовнішнього виду калу (колір, консистенція, патологічні домішки), мікроскопія (виявлення найпростіших організмів, яєць глистів, неперетравлених частинок їжі, формених елементів крові) і хімічний аналіз (визначення рН, розчиненого білка ферментів тощо).

Треба пам'ятати, що під впливом занять спортом спостерігається певне збільшення секреторної й моторної функцій шлунку. Надмірні фізичні навантаження, навпаки, викликають пригнічення його секреторної і моторної функцій, у зв'язку з чим їжа затримується в шлунку і погано перетравлюється. При надмірному навантаженні з боку печінки можуть бути порушення білкової, вуглеводної, антиоксидантної та інших функцій.

Зважати слід і на те, що в практиці спортивної медицини виразкова хвороба звичайно діагностується в представників циклічних видів спорту, спрямованих переважно на розвиток витривалості (наприклад, біг на середні й довгі дистанції та інші види спорту).



8.2. Дослідження ендокринної системи

Вивчення ендокринної системи включає *анамнез, огляд* і ряд специфічних методів дослідження морфологічної структури і функцій органів цієї системи. Прояви відхилень роботи ендокринної системи різноманітні й можуть виявлятися при традиційному клінічному обстеженні шкіри, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, кістково-м'язової й видільної систем, очей; ці прояви зіставляють із даними біохімічних та інших додаткових досліджень.

При розпитуванні вдається виявити важливі дані, що свідчать про порушення роботи тих чи інших ендокринних залоз, час і причини їх виникнення, динаміку розвитку. Наприклад, швидка мова, метушливість, підвищена емоційність характерні для гіперфункції щитоподібної залози і, навпаки, в'ялість, певна загальмованість – для її гіпофункції.

Скарги при ендокринних порушеннях нерідко носять загальний характер (поганий сон, швидка втома, легка збудливість, схуднення), але можуть бути характерними для враження певних ендокринних залоз (наприклад, шкірне свербіння – при цукровому діабеті, гіпертиреозі; випадіння волосся – при тиреоїдиті, біль у кістках – при акромегалії, переломи кісток – при гіперпаратиреозі, синдромі Іценко-Кушинга; м'язова слабкість – при синдромі Іценко-Кушинга, гіперальдостеронізмі; біль у ділянці серця, серцебиття, порушення серцевого ритму – при гіпертиреозі, феохромоцитомі та ін.).

Безпосередньому дослідженню (огляд, пальпація) доступні тільки щитоподібна залоза і яєчка. Проте важливо орієнтуватися на результати фізичного обстеження різних органів і систем (шкіри, підшкірної клітковини, серцево-судинної системи тощо). Загальним оглядом можна виявити ряд суттєвих ознак патології ендокринної системи: зміни



росту і пропорції (карликовий зріст – при збереженні пропорцій тіла гіпофізарного походження, гігантський ріст – при підвищеній функції гіпофізу, непропорційні розміри окремих частин тіла – при акромегалії тощо), гіпергідроз шкіри (при гіпертиреозі), гіперпігментацію (при гіперкортицизмі), ехімози (гіперкортицизм), багрово-синюшні стрії – своєрідні ділянки атрофії й розтягнення, як правило, на бокових поверхнях живота (гіперкортицизм). Вивчення підшкірної жирової клітковини виявляє як надлишок її розвитку ожиріння (цукровий діабет), значне зхуднення (гіпертиреоз, цукровий діабет, недостатність наднирників). При гіперкортицизмі спостерігається надлишкове відкладення жиру на обличчі – такі обличчя місяцеподібні (при синдромі Іценко-Кушинга); своєрідні щільні набряки ніг – ознака гіпотиреозу. Важливі дані отримують, досліджуючи серцево-судинну систему: артеріальну гіпертензію (при феохромоцитомі, синдромі Іценко-Кушинга, гіперальдостеронізмі, гіпотиреозі), ортостатичну гіпотензію (недостатність наднирників); при більшості ендокринних захворювань змінюється й ЕКГ. Порушення всмоктування у шлунково-кишковому тракті з типовою діареєю й відповідними лабораторними зсувами, такими як анемія, електролітні порушення і под., властиві гіпертиреозу, недостатності наднирників. Порушення сечовиділення з поліурією характерні для цукрового діабету, каміння в лоханках нирок зустрічаються при гіперпаратиреозі і синдромі Іценко-Кушинга. При обстеженні нервової системи виявлення нервозності (тиреотоксикоз), швидкої втоми (наднирникова недостатність, гіпоглікемія), судом свідчить про гіпокальціємію.

Лабораторні дослідження дозволяють визначити вміст більшості гормонів у крові, проте характер метаболічних порушень, пов'язаних зі змінами рівня цих гормонів, можна



встановлювати за допомогою спеціальних методів. Наприклад, при цукровому діабеті визначення рівня глюкози в крові точніше віддзеркалює порушення обміну, ніж сам рівень інсуліну, що контролює обмін глюкози. Встановлене біохімічним дослідженням крові підвищення чи зниження рівня холестерину може бути характерним для порушення функції щитоподібної залози, зміни кальцію виявляють при патології паращитоподібної залози.

При додаткових методах дослідження ендокринної системи застосовують традиційне *рентгенологічне* дослідження (наприклад, рентген черепа і турецького сідла обов'язково робиться всім із порушенням ритму менструації, гіперпролактинемії для діагностики нейроендокринних захворювань), більше інформації візуалізації ендокринних залоз отримують *ультразвуковим* дослідженням, ще точнішу інформацію дає *комп'ютерна томографія*, рентгенівська чи заснована на магнітно-ядерному резонансі (особливо при дослідженні гіпофізу, тимусу, наднирників, паращитоподібних залоз, підшлункової залози). Широке розповсюдження отримало *радіоізотопне* обстеження різних ендокринних залоз (у першу чергу, щитоподібної), зокрема й *радіоімунне* (RIA-radioimmunosay).

Гормональна регуляція характеризується широтою залучення до реакції одночасно багатьох органів та їх рецепторів. Ендокринні органи здатні змінювати інтенсивність секреції гормонів залежно від потреб організму. У звичайних умовах спокою рівень секреції мінімальний, що супроводжується найменшою концентрацією гормонів у крові. Проте деякі гормони, навпаки, містяться в крові у найбільшій кількості в нічний час, у період сну. Для багатьох гормонів установлений певний біологічний ритм, підпорядковуючись якому концентрація їх у крові зазнає циклічних коливань протягом доби (кортизон, соматотропні та ін.) або триваліших відтинків часу



(естрогени жінок). Концентрація гормонів регулюється живанням їжі (інсулін, глюкагон), варіює залежно від змін положення тіла (альдостерон).

Фізичне навантаження, яке вимагає суттєвих змін інтенсивності метаболічних процесів не тільки в серці і скелетних м'язах, але й у всьому організмі, супроводжується значними змінами секреції й концентрації ряду гормонів. Поступаючи з моторних центрів мозку і м'язів, що працюють, імпульси приводять у дію програму, яка через збільшення симпатoadреналової активності впливає на секрецію інсуліну, реніну, панкреатичного поліпептиду, а через гіпоталамус – на секрецію соматотропіну, кортикотропіну, пролактину, тиреотропіну. Поряд з цією негайною гормональною відповіддю в результаті повторних навантажень, у тренуваних спортсменів виявляються відмінні від нетренованих людей рівні вмісту гормонів у крові як у спокої, так і при фізичному навантаженні. Під впливом напруженої м'язової роботи відбувається посилення функції як мозкового, так і коркового шарів наднирників, за ступенем якого оцінюють вплив навантаження на організм спортсмена (збільшення гормону кори наднирників гідрокортизону, а в сечі – його метаболітів). Зазначені зміни носять тимчасовий характер. У тренуваних спортсменів після навантаження, відповідно до рівня їх тренуваності, помірно підвищується функція мозкового і коркового шарів наднирників. При надмірних навантаженнях гормональна функція наднирників пригнічується, що виявляється в зменшенні виділення специфічних гормонів. При цьому спостерігаються зміни мінерального й водного обміну: в сироватці крові знижується рівень натрію й підвищується кількість калію.

Ендокринні хвороби відносно рідко зустрічаються у спортсменів, які проходять лікарський контроль і відбір. Проте слід мати на увазі, що частіше за інших зустрічається цукровий



діабет (ураження підшлункової залози), базедова хвороба (враження щитоподібної залози), акромегалія й її варіант – гігантизм (ураження гіпофізу), гіпер- і гіпокортицизм (ураження кори наднирників), феохромоцитома (враження мозкового шару наднирників), які виявляються сучасними методами діагностики.

8.3. Дослідження сечовидільної системи

У комплексному обстеженні спортсмена при дослідженні сечовидільної системи, збираючи *анамнез*, з'ясовують, чи немає в людини болю, пов'язаного з сечопуском, у попереку, вранішніх набряків на обличчі, чи не було раніше запальних процесів нирок, лоханок, сечового міхура, сечокам'яної хвороби тощо.

При *огляді* звертається увага на колір шкіри, появу геморагій та інших змін (стрій, трофічних порушень), набряків на обличчі. У нормі нирки майже ніколи не пальпуються, частіше вони прощупуються при збільшенні внаслідок певного захворювання (пухлини, кисти) або ж при їх опущенні (нефроптоз). Легким постукуванням у поперековій ділянці (синдром Пастернацького) з'ясовують болючість, характерну для запальних процесів лоханок.

В обов'язковому загальному аналізі сечі (*лабораторний метод*) звертають увагу на наявність білка, цукру, лейкоцитів (показник запальних процесів), циліндрів, еритроцитів, піску. Аналіз сечі в основній масі здорових спортсменів у стані спокою не відрізняється від такого у здорових осіб, які не займаються спортом.

Водночас, під впливом інтенсивних навантажень, у спортсменів у сечі з'являються білок (робоча, ще маршова, ще спортивна протеїнурія), еритроцити (гематурія) і циліндри



(гіалінові, зернисті), пов'язані з різким зменшенням ниркового кровотоку та ішемією кіркового шару нирок, що виникає при інтенсивному фізичному навантаженні. Частота і виразність змін сечі перебувають у прямій залежності від рівня (обсягу й інтенсивності) фізичної активності спортсмена, а також стану його тренуваності. Як правило, ці зміни в нирках є показником надмірно виконаного навантаження і звичайно нормалізуються протягом доби після закінчення тренування чи змагання. В окремих випадках, після виконання великого за обсягом та інтенсивністю навантаження, зміни в сечі можуть зберігатися до 48 і навіть до 72 годин. Триваліше збереження змін в аналізах сечі свідчить про надмірне навантаження, перетренованість, неповне відновлення. Часта поява змін у сечі під впливом тренувань і змагань дає підстави розглядати ці зміни як фізіологічну реакцію на навантаження (спортивний псевдонефрит).

Виявлення в сечі м'язового пігменту міоглобіну розцінюється як серйозне захворювання. Розрізняють міоглобінурію міогенну (при м'язовій діяльності, від стискання – "синдром тривалого стиснення"), міокардіальну (при крупновогнещевому інфаркті міокарда), аліментарно-токсичну (від отруєння певними видами риб), а також виниклу внаслідок опіків, відморожень, оперативних втручань, отруєнь чадним газом.

Не виключаючи можливості фізіологічних змін аналізу сечі, підкреслимо важливість своєчасного виявлення патологічного пошкодження нирок. Визначені й підтвержені в динаміці зміни в сечі потребують обов'язкового ретельного комплексного дообстеження з застосуванням спеціальних досліджень різних аспектів функції нирок: *ультразвукового й контрастного рентгенологічного дослідження нирок та се-*



човидільних шляхів, *реографії* нирок, *біохімічного* дослідження крові (визначення креатеніну, сечової кислоти, сечовини, залишкового азоту тощо), а також інших методів, залучення яких до обстеження вирішується в кожному конкретному випадку індивідуально.



Розділ 9. ДОСЛІДЖЕННЯ Й ОЦІНКА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПЕРИФЕРИЧНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Центральна нервова система (ЦНС) – одна з найскладніших функціональних систем організму.

У мозку знаходяться чутливі центри, що аналізують зміни в зовнішньому і внутрішньому середовищі. Мозок керує всіма функціями організму, включаючи м'язове скорочення і секреторну функцію залоз внутрішньої секреції. Головна функція нервової системи полягає у швидкій і точній передачі інформації. Сигнал від рецепторів до сенсорних центрів, від цих центрів – до моторних центрів і від них – до ефекторних органів, м'язів і залоз повинен передатися швидко і точно. Нервові клітини можуть перебувати в стані збудження або гальмування. Ці два основні процеси характеризуються силою, рухомістю й рівновагою. В основі функціонування нервової системи лежать безумовні й умовні рефлекси. Дослідження рефлексів нервів дає можливість отримати інформацію про їх функціональний стан.

Для дослідження нервової системи спортсмена застосовують методи клінічного й інструментального обстеження.

Під час клінічного обстеження неврологічний огляд проводять за певним планом, разом із загальним оглядом,



оскільки неврологічні симптоми нерідко бувають проявами соматичних захворювань. Передовсім, оцінюється свідомість – здатність адекватно сприймати навколишні обставини, осмислювати їх, орієнтуватися й реагувати на них, виконувати вільні цілеспрямовані поведінкові акти.

Основа діяльності всієї нервової системи – рефлекси, що поділяються на умовні й безумовні. У залежності від ділянки, відповідальної за рефлекси (рефлексогенні зони), усі безумовні рефлекси поділяють на поверхневі, глибокі, дискантні й рефлекси внутрішніх органів. У свою чергу, поверхневі рефлекси поділяють на шкірні й слизових оболонок; глибокі – на сухожильні, періостальні і суглобові; дискантні – на світлові, слухові й нюхові.

Основне значення має дослідження поверхневих і глибоких безумовних рефлексів, особливо тих, що різняться постійністю.

Поверхневі рефлекси. Дослідження черевних рефлексів: для повного розслаблення стінки живота спортсмену потрібно зігнути ноги в колінних суглобах. Лікар затупленою голкою чи гусячим пером виконує штрихове подразнення на 4–5 см вище від пупка паралельно реберній дузі. У нормі спостерігається скорочення м'язів передньої черевної стінки на боці подразнення.

При дослідженні підошовного рефлексу лікар виконує подразнення вздовж внутрішнього чи зовнішнього краю підошви. У нормі спостерігається згинання пальців стопи.

Глибокі рефлекси відносять до найпостійніших. Колінний рефлекс викликається нанесенням удару молоточком по сухожиллю чотириголового м'яза стегна нижче від колінної чашечки; ахілловий рефлекс – ударом молоточка по ахілловому сухожиллю; трицепс-рефлекс викликають ударом по сухожиллю триголового м'яза над олекраноном; біцепс-рефлекс – ударом по сухожиллю в ліктьовому згині. Удар



молоточком наноситься уривчасто, рівномірно, точно по даному сухожиллю.

При хронічній утомі у спортсменів відзначається зниження сухожильних рефлексів, а при неврозах – підсилення. При дегенеративно-дистрофічних ураженнях хребта (остеохондрозі), попереково-крижовому радикуліті, невритах та інших захворюваннях рефлекси знижені чи зникають.

Дослідження черепних нервів

Нюховий нерв (*nervus olfactorius* – I пара, чутливий): для обстеження пропонують розпізнати запахи будь-якої ароматичної речовини – кави, цитрусових та ін.

Зоровий нерв (*nervus opticus* – II пара, чутливий): досліджують гостроту зору (за спеціальними таблицями із зображеними на них у 10 рядків оптотипів (кільця Ландольта – в інтернаціональних таблицях, літер – в таблиці С. Головина і Д. Сивцева чи інші знаки з постійним зменшенням), віддаленими на 5 м від обстежуваного, якому пропонується прочитати знаки – найменші (відповідно гострота зору – "1") і найбільші (гострота зору – " $-0,1$ "), поле зору (периметром Форстера – проградуйована металева дуга, що обертається навколо своєї осі, прикріпленої до стійки, або проєкційним периметром, який базується на принципі проєкції світлового об'єкта на дугу чи на внутрішню поверхню напівсфери – сферопериметра), кольоровий зір (за спеціальними таблицями з кольоровим мозаїчним зображенням геометричних фігур – поліхроматичними таблицями Рабкина – або спектральними приладами типу аномалоскопа), очне дно (за допомогою офтальмоскопа і лупи або методом непрямої бінокулярної офтальмоскопії). Гострота зору має значення для стрибунів у воду, а для штангістів, боксерів із зором " -5 " і нижче заняття протипоказані, як і для авто- та велоспорту з порушенням кольорового відчуття. Оцінка зорового аналізатора важлива



в ігрових видах спорту, акробатиці, спортивній гімнастиці, стрибках на батуті, фехтуванні тощо.

Окоруховий нерв (*nervus oculomotorius* – III пара, руховий), блоковий (*nervus trochlearis* – IV пара, руховий) і відвідний (*nervus abducens* – VI пара, руховий) нерви: враження цих нервів викликає обмеження рухомості очних яблук, суб'єктивно проявляється двоїнням в очах, а об'єктивно – паралітичною косоокістю.

Трійчастий нерв (*nervus trigeminus* – V пара, чутливі й рухові волокна) відповідає за чутливість обличчя (перевіряється больова, температурна і тактильна чутливість), а також відповідальний за жувальні м'язи (пропонується стиснути щелепи і пальпаторно оцінюється скорочення скроневих і жувальних м'язів).

Лицевий нерв (*nervus facialis* – VII пара, чутливі й рухові волокна) інервує мимічні м'язи: оцінюють функціональний стан цих м'язів.

Пристінково-завитковий (*nervus vestibulocochlearis* – VIII пара, чутливі й рухові волокна; складається з кохлеарної – слухової та вестибулярної частин): для перевірки слуху вимовляють декілька цифр пошепки, а для перевірки вестибулярного апарата застосовують проби на обертове головокружіння, нестійкість у позі Ромберга.

Язиково-глотковий (*nervus glossopharyngeus* – IX пара, чутливі й рухові волокна): інервують м'язи глотки і гортані.

Блукаючий нерв (*nervus vagus* – X пара, чутливі й рухові волокна) – соматичні рухові волокна інервують м'язи глотки і гортані, більшість аферентних волокон парасимпатичні, передають імпульси до серця, легень, органів черевної порожнини.

Додатковий нерв (*nervus accessorius* – XI пара, рухові) – черепно-мозкова гілка інервує м'язи глотки, гортані, м'якого



піднебіння, спинномозкова – трапецієподібний і грудинно-ключично-соскоподібний м'язи. Для перевірки сили цих м'язів обстежуваного просять нахилити голову в бік і спробувати повернути її в серединне положення проти опору або підняти плечі проти спротиву лікаря.

Під'язиковий нерв (nervus hypoglossus – XII пара, рухові) інервує м'язи язика, що забезпечують переміщення їжі, ковтання й утворення звуків під час мовлення. Для перевірки сили м'язів язика обстежуваного просять через щоку натиснути на пальці лікаря.

Оцінка чутливості. Вивчають поверхневу і глибоку чутливість. До поверхневої чутливості відносять больову, температурну і тактильну. Глибока чутливість включає, в першу чергу, суглобово-м'язове відчуття і вібраційну чутливість. Щоб перевірити суглобово-м'язову чутливість, обстежуваного з закритими очима просять указати напрямок руху в суглобі (розпочинають із дистальних – кисть, стопа). Вібраційну чутливість досліджують за допомогою камертона (зазвичай, 128 Гц), який прикладають до кісткових виступів (щиколотка, надколінок та ін.).

Рухова чутливість (функціональна оцінка рухових аналізаторів) досліджується за допомогою кінематометра: визначається точність відтворення заданих рухів у просторі. Полягає в тому, що спортсмен змінює до певного кута положення кінцівки, на якій прикріплений кінематометр, а потім, через 10 с, повторює цей рух – спочатку за участю зору, потім – із закритими очима. Точність відтворення залежить від тренуваності. Руховий аналізатор відіграє важливу роль у таких видах спорту, як акробатика, спортивна гімнастика, стрибки у воду і на батуті, стрибки на лижах тощо.

Пропріоцептивна чутливість досліджується з використанням гоніометра. Спортсмен із вихідного положення стоячи піднімає руку і згинає її під кутом 90°, а потім повторно зги-



нає ліктювий суглоб до певного кута, контролюючи рухи зором. Зазвичай вибирають три положення: гострий (до 90°), прямий (90°) і тупий (понад 90°) кути. Потім цей тест повторюють 6–8 разів, але вже без зорового контролю. Нормальною вважається така пропріоцептивна чутливість, коли помилка не перевищує 10° . Якщо ж помилка більша від зазначеної величини, пропріоцептивну чутливість оцінюють як низьку. Тест застосовується в акробатиці, спортивній гімнастиці, стрибках на батуті, у воду, фігурному катанні тощо, де потрібно фіксувати різні положення частин тіла без зорового контролю.

Досліджуючи координацію рухів (її підтримання відбувається за рахунок спільної діяльності мозочку, вестибулярного апарата, провідників глибокої м'язової чутливості, кори лобної і скроневої ділянок), застосовують проби Ромберга, Яроцького, пальцево-носову тощо.

Проба Ромберга виявляє порушення рівноваги в положенні стоячи (проста проба), але існують й ускладнені варіанти проби при зменшенні площі опори. Проста проба Ромберга: обстежуваний стоїть із зсуненими стопами, руки вперед до горизонтального рівня, пальці розведені, очі закриті. Ускладнені проби інформативніші: 1) обстежуваний стоїть, поставивши ступні на одній лінії, одну перед другою, так, щоб п'ятка передньої торкалася пальців позаду розміщеної стопи, очі закриті, руки витягнуті вперед до горизонтального рівня або розведені в боки; 2) вихідне положення стоячи на одній нозі, друга нога зігнута в колінному суглобі, торкається підшвою стопи колінного суглоба опорної ноги, руки підняті вперед до горизонтального рівня, пальці рук розведені, очі закриті; 3) стійка на одній нозі, корпус тіла зігнений, друга нога піднята, а руки розведені до горизонтального рівня (рис. 9.1). Проби на одній нозі можна проводити по черзі на обох ногах.



При оцінці проби Ромберга звертається увага на стійкість (рівновага зберігається нерухомо, чи обстежуваний похитується) і тривалість, тремор повік і пальців. Збереження пози більше від 15 с без тремору рук оцінюється як норма, невеликий тремор повік і пальців при утриманні пози протягом 15 с – "задовільно", менше від 15 с – "незадовільно".

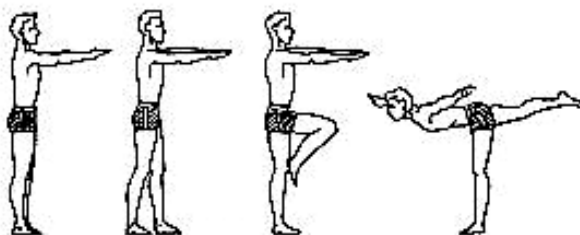


Рис. 9.1. Чотири варіанти проби Ромберга

Тест має практичне значення в тих видах спорту, де є важливою координація: в акробатиці, спортивній гімнастиці, стрибках на батуті, фігурному катанні тощо.

Тест Яроцького дозволяє визначити поріг чутливості вестибулярного апарата. Вихідне положення обстежуваного стоячи з закритими очима; за командою спортсмен розпочинає обертові рухи голови у швидкому темпі. Фіксується час обертання голови до втрати спортсменом рівноваги. У здорових осіб тривалість зберігання рівноваги в середньому – 28 с, у тренуваних спортсменів – 90 і більше.

Пальцево-носова проба. Обстежуваному пропонується відвести руку, а потім плавним рухом доторкнутися вказівним пальцем до кінчика носа з відкритими і закритими очима. У нормі констатується попадання. При травмах головного мозку, неврозах (перевтомі, перетренуванні) та інших функціональних станах відзначається непопадання, тремор



вказівного пальця. Ступінь промахування може бути вимірний лінійкою (Барані).

Для оцінки функціональних можливостей вестибулярного апарата запропоновані різноманітні проби з використанням обертового крісла Барані (проби Воячека, Лозанова, Брянова й под.), а також статодинамічної стійкості тіла у стані спокою та після дозованих обертань уздовж вертикальної осі з використанням тензометричних платформ із програмним комп'ютерним забезпеченням.

Кінестетична чутливість визначається кистьовим динамометром. Спочатку визначається максимальна сила. Потім спортсмен, дивлячись на динамометр, 3–4 рази стискає його з зусиллям, що дорівнює, наприклад, 50 % від максимального. Потім ці зусилля повторюють 3–5 разів (паузи між повтореннями – 30 с) без зорового контролю. Кінестетична чутливість вимірюється відхиленням від отриманої величини (у процентах): якщо вона не перевершує 20 %, її вважають нормальною.

Основними інструментальними методами дослідження центральної нервової системи і нервово-м'язового апарата є електроенцефалографія, ехоенцефалографія, реоенцефалографія, електроміографія та інші.

Електроенцефалографія – метод реєстрації спонтанної біоелектричної діяльності мозкової тканини за допомогою розміщених на поверхні голови електродів з метою об'єктивної оцінки функціонального стану головного мозку. Має велике значення для діагностики травм головного мозку, судинних і запальних захворювань мозку, а також для контролю функціонального стану спортсмена, виявлення ранніх форм неврозів, для лікування і при відборі у спортивні секції (особливо з боксу, карате та інших, пов'язаних із нанесенням ударів по голові).



Ехоенцефалографія базується на реєстрації відбитих від мозкових структур ехосигналів. У спортивній практиці використовується для попередньої діагностики внутрішньочерепних крововиливів при черепно-мозкових травмах (бокс, карате тощо).

Реоенцефалографія – метод дослідження центрального кровотоку, базований на реєстрації ритмічних змін електричного опору мозкової тканини внаслідок пульсових коливань кровонаповнення судин. Метод використовується для діагностики хронічних порушень мозкового кровотоку, вегетосудинної дистонії, головного болю і при інших змінах судин головного мозку, а також при діагностиці патологічних процесів, що виникають через травми, струси головного мозку і захворювання, які вторинно впливають на кровообіг у церебральних судинах (дегенеративно-дистрофічних ураженнях шийних хребців, аневризми судин шиї і головного мозку та ін.).

Електроміографія – метод дослідження функціонування скелетних м'язів шляхом реєстрації їх електричної активності – біотоків, біопотенціалів за допомогою як поверхневих, так і голчастих електродів. За електроміографією можна на ранніх етапах визначити (і попередити) виникнення травм м'язів і сухожиль, змін біопотенціалів м'язів, оцінити функціональну здатність нервово-м'язового апарата, особливо м'язів, найбільше навантажуваних на тренуваннях.

Електронейроміографія (або стимуляційна електроміографія) – метод дослідження активності м'язів чи нервів, яка виникає у відповідь на електричну стимуляцію нерва (найчастіше досліджують швидкість поширення збудження нервом).

Хронаксиметрія – метод дослідження збудливості нервів у залежності від часу дії збудника. Хронаксія – це мінімальний



час проходження струму силою у дві реобазис (сила струму, що викликає порогове скорочення), яке дає мінімальне скорочення. У спортсменів різко знижується хронаксія м'язів і може збільшуватися різниця хронаксії (анізохронаксія) згиначів і розгиначів при перетренованості (перевтомі), міозитах та ін.

Треморграфія – запис рухів, що виникають при емоційному збудженні, втомі і больовому синдромі, які з'являються при травмах і захворюваннях опорно-рухового апарата у спортсмена. Тремор – гіперкинез, проявлюваний довільними, стереотипними, ритмічними коливальними рухами всього тіла або його основних частин.

Актографія – реєстрація динаміки рухової активності під час сну.

Критична частота світлових миготінь – відображає функціональний стан зорового аналізатора, за яким можна оцінити стан центральної нервової системи.

Акупунктурний метод діагностики – визначення електропровідності в біологічно активних точках.

9.1. Дослідження вегетативної нервової системи

Вегетативну нервову систему поділяють на симпатичний і парасимпатичний, центральний (надсегментарний) і периферичний (сегментарний) відділи. Кора головного мозку забезпечує загальну інтегративну дію на всі вищі вегетативні центри. Функція вегетативної нервової системи – забезпечення гомеостазу (постійності внутрішнього середовища організму), фізичної і психічної діяльності організму.

Методи дослідження вегетативної нервової системи: 1) спеціальні опитувальники; 2) таблиці; 3) об'єктивне обстеження; 4) поєднання опитувальників і об'єктивного дослідження вегетативного тону.



Методи дослідження вегетативної реактивності: фармакологічні проби – введення розчинів адреналіну, інсуліну, мезатону, атропіну, гістаміну тощо; фізичні – холодова і теплова проби; дія на рефлекторні ділянки (тиск); очно-серцевий рефлекс (Даньїні-Ашнера), синокаротидний (Чермака, Геринга), солярний (Тома, Ру) та ін.

Вегетативний індекс Кердо:

$$VI = (1 - AT_{д}/ЧСС) \cdot 100,$$

де $AT_{д}$ – величина діастолічного артеріального тиску; ЧСС – частота серцевих скорочень за 1 хв.

Трактування: при повній вегетативній рівновазі (ейтонії) в серцево-судинній системі $VI = 0$. Якщо коефіцієнт позитивний, переважає симпатичний вплив, якщо ж цифрове значення коефіцієнта з мінусом, – то парасимпатичний тонус.

Вегетативний показник ритму (ВІР): аналізують серцевий ритм шляхом вимірювання інтервалів R–R на зареєстрованій протягом 5 хв ЕКГ і побудови гістограм розподілення цих інтервалів. Формула розрахунку:

$$ВІР = \frac{nM_0\%}{M_0 \cdot \Delta\chi},$$

де $nM_0\%$ – число значень інтервалів R–R, що відповідають M_0 у % від загального числа аналізованих інтервалів R–R, прийнятих за 100 %; M_0 – величина найбільшого показника R–R у секундах; $\Delta\chi$ – розмах показників (мінімальний – максимальний) у секундах. Трактування: у нормі ВІР дорівнює $61,0 \pm 3,0$. При підвищенні парасимпатичної активності збільшується коливання інтервалу R–R (тобто $\Delta\chi$) і сповільнюється ритм (збільшується M). Гістограми розподілення інтервалів R–R при цьому показують зменшення їх висоти, тобто зменшення nM_0 . При парасимпатичній активності зна-



менник буде збільшуватися, а *ВІР* – різко зменшуватися. При збільшенні симпатичного тонузу відбуваються протилежні зміни.

Холодова проба. У положенні лежачи вимірюють артеріальний тиск і ЧСС на одній із рук. Потім обстежуваний опускає кисть другої руки до зап'ястя у воду температурою $+4^{\circ}\text{C}$ і тримає 1 хв, при цьому реєструється артеріальний тиск і ЧСС відразу після занурення, а потім – після того, як рука вийнята з води, через інтервали в 1 хв до вихідних показників. Оцінка проби: нормальна вегетативна реактивність – підвищення систолічного артеріального тиску на 20 мм рт. ст., діастолічного – на 10–20 мм рт. ст. через 0,5–1 хв. Максимум підвищення артеріального тиску спостерігається через 30 с після початку охолодження; повернення артеріального тиску до початкового – через 2–3 хв.

Патологічні відхилення: 1) гіперактивність – сильне підвищення систолічного і діастолічного артеріального тисків, тобто виражена симпатикотонія (підвищена вегетативна реактивність); 2) гіпорактивність – незначне підвищення артеріального тиску (підвищення діастолічного тиску менше ніж на 10 мм рт. ст.), слабка симпатична реакція (зниження вегетативної реактивності); 3) зниження систолічного і діастолічного тисків – парасимпатична реакція (викривлена реакція).

Дослідження вегетативного забезпечення в ортокліно-статичній пробі. Ортостатична проба характеризує збудливість симпатичного відділу вегетативної нервової системи і полягає в аналізі змін ЧСС та артеріального тиску у відповідь на перехід тіла з горизонтального у вертикальне положення. Ортокліно-статична проба описана багатьма авторами і має декілька модифікацій, базованих на гемодинамічній пробі Шелонга, виконується активно і за допомогою поворотного стола (рис. 9.2).



Методика проведення ортокліностагічної проби. У спокої в горизонтальному положенні визначають ЧСС (ЕКГ) і артеріальний тиск. Потім обстежуваний повільно, без зайвих рухів встає і в зручному положенні стоїть біля ліжка. Одразу у вертикальному положенні визначають пульс та артеріальний тиск, а потім ці ж вимірювання проводять через хвилинні інтервали протягом 10 хв. Якщо патологічні прояви виникають наприкінці проби, вимірювання продовжують. Обстежуваного знову просять лягти (кліностагічна проба) і відразу та через хвилинні інтервали вимірюють артеріальний тиск і ЧСС доти, доки ті не досягнуть вихідних значень.



Рис. 9.2. Пристрій для надання обстежуваному вертикального положення при проведенні ортостагічної проби й оцінці функції синусового вузла діагностичною черезстравохідною електрокардіостимуляцією

Трактування. Нормальна реакція (нормальне вегетативне забезпечення діяльності): при вставанні спостерігаються короткочасне підвищення систолічного артеріального тиску до 20 мм рт. ст., у меншій мірі – діастолічного і таке, що приходить, збільшення ЧСС до 30 за хвилину; під час стояння



інколи може падати систолічний тиск (на 15 мм рт. ст. нижче від вихідного рівня) або залишатися незмінним, діастолічний тиск незмінний або дещо піднімається, так що амплітуда тиску проти початкового може зменшуватися. ЧСС у процесі стояння може збільшуватися до 40 за 1 хв проти вихідного. Після повернення у вихідне положення (горизонтальне) артеріальний тиск і ЧСС через 3 хв мають прийти до початкового рівня. Безпосередньо після лягання може наступити короткочасне підняття тиску. Суб'єктивних скарг немає.



Розділ 10. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ КРОВІ, СЕЧІ, СЛИНИ, БІОПСІЯ М'ЯЗІВ ТА ОЦІНКА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

10.1. Дослідження крові

Оцінку кровотвірної системи здійснюють на підставі збору анамнезу й огляду – фізичного, інструментального і лабораторного.

При *розпитуванні* з'ясовуються скарги на загальну слабкість, швидку втому, головокружіння, головний біль. Зазначені симптоми можуть бути проявом недокрів'я (анемії), що виникає у спортсменів при інтенсивних і тривалих фізичних навантаженнях та недостатньому білковому харчуванні, необхідному для побудови еритроцитів і гемоглобіну.

При *огляді* звертають увагу на колір шкіри і слизових (при анемії вони бліді). *Пальпаторно* визначають розмір лімфатичних вузлів у різних ділянках тіла, селезінку, а перкусією – її розміри.

Обов'язковим для всіх спортсменів є клінічний загальний *аналіз крові*, що дає кількісну й якісну оцінку складу крові (визначається кількість еритроцитів в 1 мм^3 , їх об'єму, гемоглобіну (Hb), гематокриту, кольорового показника, тромбоцитів, лейкоцитарної формули, швидкості осідання еритроцитів).



Загальна кількість еритроцитів у крові людини велика. Наприклад, у крові людини масою тіла 60 кг загальне число еритроцитів дорівнює 25 триліонам. Зручніше і практичніше визначати не загальну кількість еритроцитів в організмі людини, а вміст їх у невеликому об'ємі крові (наприклад, в 1 кубічному міліметрі, мкл). Уміст еритроцитів у 1 мм³ (мкл) є важливим показником, який використовується у визначенні загального стану обстежуваного і у діагностиці багатьох захворювань.

Еритроцити в нормі складають $4\text{--}5 \cdot 10^{12}$ у літрі в чоловіків і $3,9\text{--}4,7 \cdot 10^{12}$ у літрі в жінок. При зниженні цих показників виникає анемія. Основна функція еритроцитів – перенесення кисню від легень до тканин і вуглекислого газу від тканин до легень. Газообмін організму з навколишнім середовищем здійснюється таким чином. Проходячи через капіляри легень, гемоглобін легко приєднує кисень і перетворюється у нетривку сполуку – оксигемоглобін ($\text{Hb} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HbO}_2$), що у тканинах інших органів розщеплюється виділяючи при цьому кисень, який використовується клітинами тканин. Кров, яка насичена O_2 – артеріальна, має яскраво-червоний колір. Звільнений від кисню гемоглобін відразу приєднує вуглекислий газ – продукт розпаду речовин у клітинах, утворюючи також нестійку сполуку – карбгемоглобін ($\text{Hb} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HbCO}_2$). Гемоглобін здатний приєднувати чадний газ CO що виділяється при неповному згорянні палива, і утворювати з ним стійку сполуку – карбоксигемоглобін ($\text{Hb} + \text{CO} \rightarrow \text{HbCO}$). У цій сполуці він втрачає здатність приєднувати і переносити O_2 . У результаті настає важке отруєння організму. Також еритроцити забезпечують підтримку рН крові (гемоглобін і оксигемоглобін складають одну з буферних систем крові); підтримання іонного гомеостазу за рахунок обміну іонами між плазмою та еритроцитами; участь у водному і сольовому обміні; адсорбція токсинів, в тому числі продуктів розпаду білка, що



зменшує їх концентрацію в плазмі крові й перешкоджає переходу в тканини; участь у ферментативних процесах, у транспорті поживних речовин – глюкози, амінокислот.

Середня тривалість життя еритроцитів – 4 місяці. Для них характерна фізіологічна регенерація, що відбувається у червоному кістковому мозку (тіла хребців, ребра, грудина, головки трубчастих кісток). Руйнуються вони у печінці та селезінці (2,5 млн за 1 с). Руйнування еритроцитів – гемоліз.

Середній корпускулярний об'єм (MCV – mean corpuscular volume) еритроцитів – середня величина об'єму еритроцитів, виражається у фемтолітрах (fl) або у кубічних мікрометрах (мкм^3). Вираховують шляхом поділу гематокриту на загальну кількість еритроцитів у крові. У нормі він складає $75\text{--}95 \text{ мкм}^3$. Показники підвищуються при анеміях, особливо при В12-дефіцитних анеміях, дифузних ураженнях печінки, алкоголізмі тощо, а знижуються – при мікроцитарних анеміях.

Гематокрит дає уявлення про співвідношення об'єму плазми і формених елементів крові (еритроцитів). У здорових чоловіків гематокрит крові дорівнює $40\text{--}48 \text{ об. \%}$ (або $0,40\text{--}0,48$), у жінок – $36\text{--}42 \text{ об. \%}$ (або $0,36\text{--}0,42$). Підвищення гематокриту свідчить про збільшення в'язкості крові, відповідно зменшуються серцевий викид і кількість кисню, доправлюваного до тканин.

Кольоровий показник відображає відносний вміст гемоглобіну в еритроцитах. У нормі кольоровий показник складає 1,0 при 100 % гемоглобіні і 5 млн. еритроцитів в 1 мкл крові; показники, нижчі від 0,86, указують на гіпохромну анемію (недостатнє насичення еритроцитів гемоглобіном). Середній вміст гемоглобіну в еритроцитах виражається в пікограмах ($1 \text{ пг} = 10^{-9} \text{ г}$) і визначається за формулою:

$$CVGE = \frac{Hb(v \%) \cdot 10}{Er. (v \text{ млн})}$$



У нормі СВГЕ дорівнює 24–33 пг. Зниження цього показника віддзеркалює гіпохромію й спостерігається при залізодефіцитних анеміях, підвищення – при макроцитарних й, особливо, мегалоцитарних анеміях.

Систематичні заняття спортом стимулюють органи кровотворення, що зумовлює збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну, а відповідно – й кисневої ємності крові. Збільшення кисневої ємності крові сприяє покращенню постачання киснем тканин і органів. При перевтомі й перетренованості у спортсменів спостерігається зменшення кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну.

Ретикулоцити – це незрілі еритроцити, клітини із зернисто-сітчастою субстанцією; у крові здорових людей їх нараховується 2–10 %. Збільшення кількості ретикулоцитів указує на анемічний стан.

На тлі занять спортом виникають зміни з боку лейкоцитів. Ці зміни можуть мати як фізіологічний характер, так і патологічний, якщо навантаження надмірне.

При оцінці лейкоцитарної формули враховують т. зв. міогенний лейкоцитоз (збільшення кількості лейкоцитів), уперше описаний А. Єгоровим 1926 р. Такий лейкоцитоз розвивається при фізичному навантаженні й залежить від його інтенсивності та функціонального стану організму. Виділяють *три форми міогенного лейкоцитозу*.

Перша форма спостерігається при легкому навантаженні. Лейкоцитоз сягає 10–12 тис. в 1 мкл, лейкоцитарна формула зсувається в бік переважання лімфоцитів (до 50 % замість 37 % від їх максимального значення), і тому її називають лімфоцитарною.

Друга форма визначається як нейтрофільна, розвивається на тлі тривалих й інтенсивних навантажень. Лейкоцитоз сягає 16–18 тис. в 1 мкл, у периферичній крові переважають нейтрофіли, зокрема юні й паличкаядерні, що говорить про реакції кісткового мозку на фізичне навантаження.



Третя форма – інтоксикаційна і виявляється двома варіантами: регенеративним, характеризується різким лейкоцитозом (до 35–50 тис. в 1 мкл), різким зростанням нейтрофілів (особливо молодих форм), зменшенням числа лімфоцитів, зникненням еозинофілів та дегенеративним, який має подібну з описаною лейкоцитарну формулу, але не такий виражений лейкоцитоз (10–15 тис. в 1 мкл.).

Уважають, що перша форма міогенного лейкоцитозу свідчить про високий функціональний стан організму спортсмена і спостерігається не тільки при легкому навантаженні, але й при напруженій роботі. Нейтрофільна і, в першу чергу, інтоксикаційна форми міогенного лейкоцитозу вказують на зниження рівня функціонального стану організму, особливо якщо робота не була надмірною.

Кількість тромбоцитів, що забезпечують згортання крові при кровотечах, важлива при травмах і коливається в широких межах: від 180000 до 320000 в 1 мкл. Тромбоцитопенія (зменшення їх кількості до 80000 в 1 мкл) характеризується кровоточивістю і є проявом ряду захворювань. Помірний тромбоцитоз може спостерігатися при змінах реактивності організму і перебігу проліферативних реакцій (виявляється збільшенням кількості клітин).

Для визначення імунного статусу спортсмена досліджують наступні показники крові:

а) відносне й абсолютне число лімфоцитів у периферичній крові (у крові людини циркулює 30–40 млрд. лімфоцитів, з них 50–60 % – Т-лімфоцити, 20–30 % – В-лімфоцити і 10–20 % – "нулеві" лімфоцити);

б) концентрацію сироваткових імуноглобулінів (уміст імуно-глобулінів різних класів у периферичній крові наступний: IgA – $1,97 \pm 0,12$ г/л, IgM – $1,19 \pm 0,05$ г/л, IgG – $14,63 \pm 0,35$ г/л);



в) фагоцитарну активність лейкоцитів (нормальні цифри фагоцитозу стафілокока: фагоцитарне число – 4–9, фагоцитарний індекс – 40–80 %; нормальний показник фагоцитозу кандиди альбікс – фагоцитарне число – 1–2,5, фагоцитарний індекс – 40–90 %).

Вуглеводний обмін оцінюють за вмістом у крові цукру (глюкози), молочної (лактат) та інших кислот. У нормі цукор крові, взятої з пальця натще, визначається в межах 3,3–5,5 ммол/л і не залежить від віку, а якщо кров була взята з вени, то норма приблизно на 12 % вище – до 6,1 ммол/л. Під час тривалих фізичних навантажень цукор у крові знижується, особливо у слабо тренованих спортсменів, під час змагань у жаркому й вологому кліматі.

Молочна кислота (кінцевий продукт гліколізу) в нормі складає 0,33–0,78 ммол/л. Гіпоксія при фізичному навантаженні призводить до збільшення вмісту молочної кислоти в крові, який негативно впливає на скоротливі процеси у м'язах.

За рівнем глюкози і молочної кислоти в крові можна оцінювати і співвідношення аеробного й анаеробного процесів у м'язах, що працюють.

Білковий обмін вивчають шляхом визначення метаболітів (продуктів білкового обміну) у крові: залишкового азоту, сечовини, креатиніну, індикану. У нормі залишковий азот складає 14,28–28,56 ммол/л, сечовина – 3,23–6,46 ммол/л, креатинін – 0,088–0,176 ммол/л, індикан – 0,68–5,44 ммол/л. Збільшення зазначених показників у спортсменів указує на катаболічні процеси в організмі. До цього призводить перенапруження, перетренування, хронічна втома, порушення функцій нирок та ін. Після тренувань рівень креатиніну підвищується, а зі зростанням адаптації до фізичного навантаження – збільшується в меншій мірі, ніж у нетренованих людей.



Тривале збереження підвищеного рівня креатиніну в крові свідчить про неповне відновлення. У спортсменів, задіяних у циклічних видах спорту, нормалізація вмісту сечовини після тренувань, як правило, не настає. Відбувається посилений розпад білків, оскільки постачання енергії за рахунок вуглеводів і жирів виявляється недостатньою. Уміст сечовини дозволяє оцінити ступінь втоми (при хронічній втомі), що є проявом недостатнього відновлення й незбалансованого харчування (нестачі тваринних білків і вітамінів). За спортсменами з підвищеними показниками сечовини і креатиніну спостерігають особливо уважно.

Міоглобін (білок скелетних м'язів і серця, який зв'язує кисень), що циркулює в крові, залежить від величини і тривалості фізичних навантажень; підвищується пропорційно складності виконуваного фізичного навантаження та його інтенсивності.

Жировий обмін визначається за показниками ліпідного спектру крові, взятої натще з вени (через 12–14 год після вживання їжі). Ліпіди знаходяться в плазмі крові у зв'язаній з білками формі – ліпопротеїдах. Розрізняють три основні класи ліпідів: холестерин, тригліцериди, фосфоліпіди. Уміст холестерину в плазмі крові здорових людей коливається від 3,9 до 6,5 ммоль/л (у чоловіків показники вищі, ніж у жінок). Підвищення вмісту холестерину сприяє розвитку атеросклерозу судин. Регулярні тренування (біг чи ходьба на довгі дистанції) знижують такий ризик.

Електролітний обмін визначається за показниками вмісту електролітів у сироватці крові.

Залізо (Fe) бере участь у процесах зв'язування, перенесення і передачі кисню та кровотворення. Норми заліза в крові: діти до року – 7,16–17,90 мкмоль/л, діти від 1 до 14 років – 8,95–30,43 мкмоль/л, юнки після 14 років – 8,95–30,43 мкмоль/л,



юнаки після 14 років – 11,64–30,43 мкмоль/л. Підвищення рівня заліза може відбуватися внаслідок застосування таких ліків, як естрогени, оральні контрацептиви та ін. Дефіцит заліза може бути симптомом наступних захворювань: залізодефіцитної анемії, авітамінозу В₁₂, гострих і хронічних інфекційних захворювань, крововтрат, хронічного захворювання печінки (гепатит, цироз), шлунку і кишечника, пухлин, гіпотиреозу, а також викликатися його нестачею в їжі (молочно-рослинна дієта), при підвищених фізичних навантаженнях.

Калій (К) – основний внутрішньоклітинний електроліт, регулює водний баланс в організмі й нормалізує серцевий ритм. За добу з їжею вводиться 50–125 мекв. Основна частина виводиться з сечею – 40–120 мекв, невелика кількість – із калом (2–5 мекв) і потом (до 5 мекв). Норми калію в крові: діти до року – 4,1–5,3 ммоль/л, діти від 1 до 14 років – 3,4–4,7 ммоль/л, дорослі – 3,5–5,5 ммоль/л. Гіперкалійємія (підвищений рівень калію в крові) є ознакою порушення цілісності клітин через гемоліз, голодування, судоми, травми, глибокі опіки, зневоднення, ниркову і надниркову недостатність і под. Дефіцит калію характерний для хронічного голодування, тривалої блювоти, проносу, ниркової недостатності та ін.

Кальцій (Са) міститься в плазмі у вигляді двох форм: іонізований (близько 55–65 %) і зв'язаний з білками (головним чином, з альбуміном). Кальцій підтримує нормальний серцевий ритм, бере участь у передачі нервових імпульсів, формуванні кісток, обміні заліза тощо. За добу з їжею вводиться приблизно 50 мекв кальцію. Основна частина виводиться з сечею (40 мекв) і менша частина – з калом (10 мекв). Норми кальцію в крові – 2,15–2,50 ммоль/л. Засвоєнню кальцію заважають його антагоністи – щавлева кислота (міститься в щавлі, шпинаті, шоколаді) і велика кількість жиру. Підвищений кальцій



у крові можуть зумовлювати підвищення функції парашито-подібної залози, надлишок вітаміну D, зневоднення, тиреотоксикоз, гостра ниркова недостатність та ін. Нестача може бути при рахіті, зниженні функції щитоподібної залози, хронічній нирковій недостатності, дефіциті магнію, виснаженні тощо. Дефіцит кальцію проявляється судомою, нервозністю, безсонням.

Магній (Mg) потрібний для роботи серця і м'язової тканини, обміну кальцію, вітаміну С, фосфору, натрію, калію. Норма магнію в крові для дорослих – 0,65–1,05 ммоль/л. Високий уміст магнію характерний для зневоднення, гіпотиреозу, ниркової недостатності та ін. Нестача магнію виникає при панкреатитах, зниженні функції парашито-подібної залози, гіпертиреозі, вживанні ряду ліків тощо.

Натрій (Na) відіграє провідну роль в організмі – основний електроліт плазми, який визначає осмотичний тиск, електропровідність. Потрібний для нормального росту, функціонування нервової і м'язової систем та ін. За добу з їжею вводиться близько 50–150 мекв/л. Основна частина виводиться з сечею – 40–140 мекв, калом – 2,5 мекв і потом – до 5 мекв. Норма натрію в крові – 136–145 ммоль/л. Гіпернатрійемія спостерігається при підвищеній функції кори наднирників, патології гіпоталамуса, нецукровому діабеті, вживанні естрогенів, кортикостероїдів, анаболічних стероїдів, естрогенів, оральних контрацептивів та ін. Нестача проявляється при сильному потовиділенні, блюванні, діареї, недостатності наднирників, цирозі печінки, вживанні сечогінних і под.

Фосфор (P) потрібний для нормального функціонування нервової системи, формування кісток скелету, зубів, ясен, забезпечує правильну роботу серця, нирок, бере участь у процесах накопичення і звільнення енергії в клітинах. Норми фосфору в крові: діти до 2 років – 1,45–2,16 ммоль/л, діти від 2 до 12 років – 1,45–1,78 ммоль/л, особи від 12 до 60 років –



0,87–1,45 ммоль/л, чоловіки старше 60 років – 0,74–1,2 ммоль/л. Надлишок фосфору може бути при надлишку вітаміну D, при руйнуванні кістки (пухлини, лейкоз, саркоїдоз), нирковій недостатності, зниженні функції паращитоподібної залози, остеопорозі, цирозі, заживленні переломів кісток та ін. Нестача характерна для дефіциту вітаміну D, порушення всмоктування фосфору, тяжких проносів і блювоти, підвищеної функції паращитоподібної залози, подагри та ін.

Хлор (Cl) бере участь у регуляції кислотно-основного обміну і підтриманні осмотичного тиску. Норма хлору в крові – 98–107 ммоль/л. Його підвищення спостерігається при зневодненні, гострій нирковій недостатності, нецукровому діабеті, підвищеній функції кори наднирників. Нестача може бути пов'язана з уживанням послаблювальних, збільшенням об'єму рідини, підсиленням потовиділення, блювотою, нирковою недостатністю, зловживанням діуретиками тощо.

Ацетилхолін (медіатор холінергічних нервів і адренергічних нервових з'єднань) впливає на тонус гладкої мускулатури бронхів, внутрішніх органів, судин легень. Уміст ацетилхоліну може змінюватися в залежності від тону вегетативної нервової системи. Фізичні навантаження, посилене потовиділення підвищують концентрацію ацетилхоліну. У спортсменів із хронічною втомою помічено підвищення рівня ацетилхоліну в крові у стані спокою, що свідчить про серйозні функціональні порушення вегетативної нервової системи. При бронхоспазмі підвищується вміст ацетилхоліну, що ускладнює постачання кисню тканинам.

Гістамін є одним із провідних медіаторів запальних і алергічних реакцій у людини; у крові міститься в гранулоцитах і звільнюється при різних пошкодженнях, легко переходячи в плазму. Норма гістаміну в крові – 0,55 мкг/мл. При інтенсивних фізичних навантаженнях біль у м'язах виникає внаслідок підвищення його вмісту в крові. Окрім того, гістамін



бере участь в утворенні мікротромбів, що призводять до гіпоксії тканин.

10.2. Дослідження сечі

Дослідження сечі проводять при кожному масовому обстеженні фізкультурників і спортсменів. Фізичні навантаження впливають на функцію нирок. При дослідженні сечі визначають колір (у здорової людини вона солом'яно-жовта), прозорість, питому вагу, рН, кількість лейкоцитів та ін. У здорової людини питома вага сечі протягом доби коливається в межах 1015–1025 і залежить від прийому їжі, втрати рідини з потом і видихуванним повітрям. Підвищена кількість лейкоцитів (понад 1–3 – у чоловіків і 4–7 – у жінок) свідчить про запальні процеси в нирках і сечовидільних шляхах. Поява в сечі еритроцитів засвідчує переохолодження, надмірне фізичне навантаження і захворювання нирок. Середнє значення рН при звичайному харчуванні – близько 6,0 (кисла). Поява в сечі білка (протеїнурія), цукру (глюкозурія), кетонів тіл (кетонурія – виявлення ацетону, ацетооцтової й бета-оксимасляної кислот) свідчить про виражені прояви патології вуглеводного обміну.

Велика фізична напруга, особливо пов'язана з емоціями, може викликати зміни в сечі: поява білка, цукру, еритроцитів, циліндрів, клітин ниркового епітелію. Появу білка в сечі нерідко реєструють після змагань, а його кількість пов'язана з тренуваністю (у добре тренуваних спортсменів виявляється рідше і в значно меншій кількості). Появу білка в сечі при фізичних навантаженнях пов'язують із гіпоксією і зростанням кількості молочної кислоти в крові, яка подразнює ниркову тканину. Звичайно цей процес носить тимчасовий характер, і, як правило, після 16–18 годин в умовах спокою в сечі білка не виявляють. Треба мати на увазі, що наявність білка в сечі



може бути результатом захворювання нирок. Тому при виявленні білка в кількості 0,033 г/л і більше (особливо за наявності в сечі клітин-циліндрів) до змагань спортсмена не допускають. Визначення після значних навантажень у сечі гематурії розцінюється як несприятливий фактор, і такий спортсмен підлягає додатковому обстеженню. Поява після тренувань у сечі гіалінових і зернистих циліндрів вимагає додаткових досліджень для виключення патології нирок.

Під час посилених тренувань, окрім органічних речовин, із сечею виділяється ряд солей. Звертають увагу на кількість уратів, що віддзеркалюють розпад білкових речовин. Помічено, що в мало тренуваних осіб при інтенсивній м'язовій роботі випадає значна кількість уратів (приблизно через 2–3 години після тренувань), а з адаптацією їх кількість зменшується.

У здорових спортсменів протягом доби всі зміни в сечі після тренувань проходять.

10.3. Дослідження слини

Слина може служити фактором, що характеризує функціональний стан спортсмена при виконанні фізичних навантажень, і, як правило, використовується паралельно з іншими біохімічними компонентами. Визначають титр лізоциму і рН, амілазу, сечову кислоту, електроліти (Na^+ і K^+) та ін.

У тренуваних спортсменів титр лізоциму вищий, ніж у слабо підготовлених. Інтенсивні фізичні навантаження призводять до зниження титру лізоциму, до зсувів рН у кислий бік, а також до підвищення активності амілази і збільшення молочної кислоти. Існує думка, що слина, маючи меншу, ніж кров, буферну ємність, краще відбиває зміни кислотно-основної рівноваги в організмі людини. Проте як об'єкт дослідження слина не отримала широкого поширення,



оскільки склад її залежить не тільки від фізичних навантажень і пов'язаних з ними змін внутрішньоклітинного обміну речовин, але й від стану ситості ("голодна" або "сита" слина).

10.4. Біопсія м'язів

Біопсія (від гр. βίος – "життя" і ὄψις – "зовнішній вигляд") – метод дослідження, при якому проводиться прижиттєвий забір тканини з організму для гістологічної діагностики. Гістологічне дослідження – метод вивчення тканин під мікроскопом. За допомогою спеціальних розчинів шматочки тканини знежирюють, просочують парафіном, за допомогою спеціального приладу (мікротома) роблять тонкі зрізи, фарбують їх спеціальними барвниками і на скельці розглядають під мікроскопом.

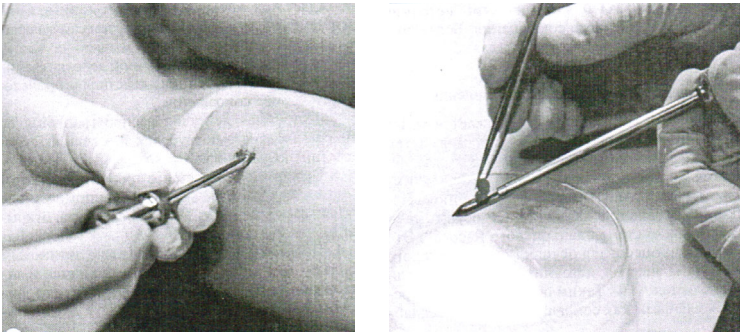
М'язова тканина є вельми показовим об'єктом біохімічного контролю м'язової діяльності, проте використовується рідко, оскільки зразок м'язової тканини потрібно брати методом голчастої біопсії. Для цього над досліджуваним м'язом роблять невеликий розріз шкіри і за допомогою спеціальної голки беруть шматочок (пробу) м'язової тканини (2–3 мг), яку відразу заморожують у рідкому азоті, а в подальшому піддають структурному і біохімічному аналізу. У пробах визначають кількість скоротливого білка (актину і міозину), АТФазну активність міозину, показники енергетичного потенціалу (вміст АТФ, глікогену, креатинфосфату), продукти енергетичного обміну, електроліти, інші речовини. За їх умістом оцінюють склад і функціональну активність м'яза, його енергетичний потенціал, а також зміни, що відбуваються під впливом одноразового навантаження або довготривалого тренування.

М'язи тренуваних спортсменів мають високу здатність детермінації глікогену порівняно з нетренованими людьми,



оскільки в їх м'язах концентрація окислювально-відновних ферментів у 2–3 рази більша. У біоптатах м'язів стегна чоловіків і жінок міститься 55 % волокон I типу (повільного скорочення) і 45 % волокон II типу (швидкого скорочення). У представників різних видів спорту ці співвідношення відмінні. З віком кількість волокон I типу збільшується за рахунок волокон II типу, одночасно зменшується розмір м'язового волокна (до 30 %).

Сучасні дослідження біопсії м'язів виявляють застосування спортсменом генного допінгу.



а

б

Рис. 10.1. Уведення біопсійної голки у черевце м'язу (*а*) і виймання зразка тканини м'язу для проведення аналізу (*б*)

Отже, при проведенні клініко-біохімічного контролю у практиці спорту використовуються наступні біохімічні показники:

- енергетичні субстрати (АТФ, креатинфосфат, глюкоза, вільні жирні кислоти);
- ферменти енергетичного обміну (АТФаза, креатинфосфокіназа, цитохромоксидаза, лактатдегідрогеназа та ін.);
- проміжні і кінцеві продукти обміну вуглеводів, ліпідів і білків (молочна і пірвіноградна кислоти, кетонів тіла,



Розділ 10. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ КРОВІ...

сечовина, креатинін, креатин, сечова кислота, вуглекислий газ тощо); показники кислотно-основного стану крові (рН крові, парціальний тиск CO_2 , резервна лужність, або надлишок буферних основ, та ін.);

– регулятори обміну речовин (ферменти, гормони, вітаміни, активатори, інгібітори);

– мінеральні речовини в біохімічних рідинах (наприклад, бікарбонати і солі фосфорної кислоти визначають для характеристики буферної ємності крові);

– уміст загального білка, кількість і співвідношення білкових фракцій у плазмі крові;

– анаболічні стероїди та інші заборонені ліки у практиці спорту (допінг), виявлення яких – завдання допінг-контролю.



Розділ 11. ЛІКАРСЬКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОСОБАМИ РІЗНОГО ВІКУ І СТАТІ, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ОЗДОРОВЧОЮ ФІЗИЧНОЮ КУЛЬТУРОЮ ТА СПОРТОМ

Кожна вікова група характеризується певними, властивими їй анатомічними й функціональними особливостями. Вони по-різному впливають і на функціональний стан окремих систем організму в осіб різної статі в межах одного вікового періоду. Вікові й статеві відмінності в осіб, які займаються фізичною культурою і спортом, зумовили й деякі відмінності у проведенні й оцінці медичних досліджень, навчально-тренувального процесу. Урахування вікових і статевих факторів розвитку, а на підставі їх – правильне планування занять, дозованих за часом і складністю, сприяють гармонійному розвитку дітей і, навпаки, рання спеціалізація, досягнення результатів будь-якою ціною часто призводять до травматизму і серйозних захворювань, гальмують зростання і розвиток.

11.1. Особливості лікарського контролю за юними спортсменами

За останні десятиліття відбулося погіршення стану здоров'я школярів, про що свідчать щорічні звіти Міністерства



охорони здоров'я і випадки смертей школярів і студентів на заняттях із фізичної культури. Саме тому на численні фізкультурно-оздоровчі заходи покладаються великі надії щодо підвищення рухової активності молодого покоління, зокрема, і на спорт, що сприятливо впливає на здоров'я. Проте країні потрібна мережа сучасних оздоровчих закладів із підготовленими дитячими тренерами, які б прагнули не виховати юних чемпіонів, а сприяти гармонійному розвитку дітей і підлітків через обраний вид спорту. Правильне проведення фізичних вправ надзвичайно важливе для молоді, оскільки вони не тільки стимулюють гармонійний розвиток організму, але сприяють кращому перебігу пластичних процесів і збільшують функціональні можливості всіх систем організму.

Незважаючи на те, що організм юних спортсменів розвивається за тими самими закономірностями, що й у їх ровесників, які не займаються спортом, усе ж він набуває відмінних рис – виявляється працездатнішим і з вищим рівнем функціональних можливостей та тренуваністю.

На практиці розрізняють наступні вікові групи дітей: 1) переддошкільна (1–3 роки); 2) дошкільна (4–6 років); 3) молодша шкільна (7–11 років); 4) середня шкільна (12–15 років); 5) старша шкільна (16–18 років).

Проводячи лікарський контроль і займаючись із дітьми зазначених вікових груп фізичною культурою і спортом, важливо пам'ятати, що розвиток організму триває в них хвилеподібно. Зростання тіла в довжину відбувається нерівномірно: періоди підсиленого зростання змінюються сповільненим зростанням (рис. 11.1, 11.2. Взято зі змін: Tanner J. M. Growing up. Scientific American. – 1973. – September. – № 229. – Р. 36–37). Динаміка змін маси тіла в процесі вікового розвитку також має свої закономірності: найбільше



накопичення маси тіла відноситься до періодів сповільнення зростання.

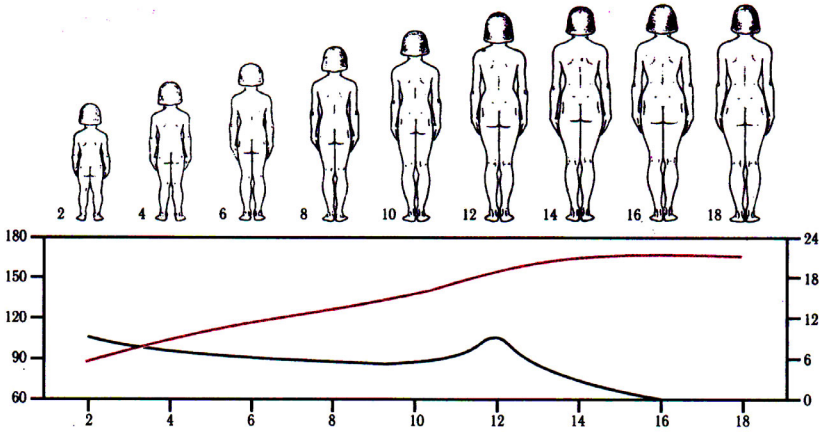


Рис. 11.1. Динаміка зросту в жінок:

зліва на осі ординат – зріст у сантиметрах; справа – збільшення зросту за рік у сантиметрах; на осі абсцис – вік у роках

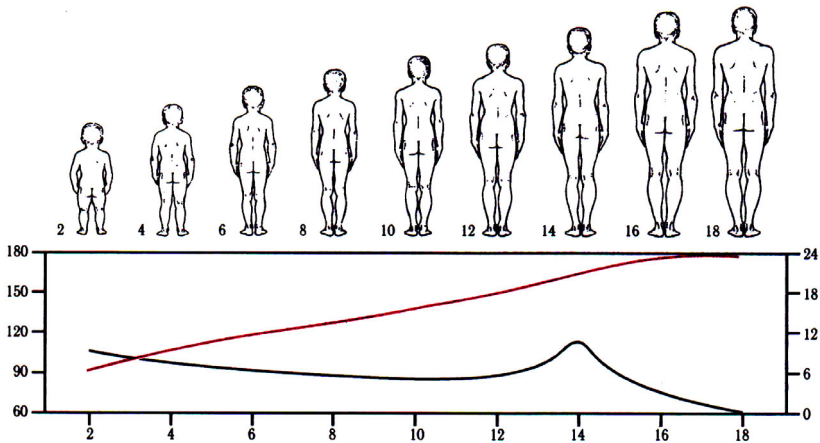


Рис. 11.2. Динаміка зросту в чоловіків:

зліва на осі ординат – зріст у сантиметрах; справа – збільшення зросту за рік у сантиметрах; на осі абсцис – вік у роках



Періоди підсиленого зростання характеризуються значним підвищенням енергетичних та обмінних процесів в організмі. У цей віковий період організм найменш стійкий до захворювань. У термін збільшення маси й відносного сповільнення зростання організм відрізняється більшою стійкістю.

У дітей молодшого шкільного віку ще недостатньо сформована кісткова система, а тому в такій віковій групі можливі порушення постави, викривлення хребта, плоскостопість, призупинення зростання й інші аномалії будови тіла.

Великі м'язи розвиваються швидше, ніж малі, тому дітям важче виконувати дрібні й точні рухи, в них недостатньо розвинена координація.

Дитячому організму властива висока збудливість нервових центрів, що регулює діяльність рухового апарата, високі показники рухомості коркових процесів і лабільність нервово-м'язового апарата. Процеси збудження переважають над процесами гальмування. Звідси недостатня стійкість уваги і швидша стомлюваність. У зв'язку з цим на уроках фізкультури і заняттях спортом потрібно вміло поєднувати навантаження й відпочинок.

Діти середнього шкільного віку мають майже сформовану кісткову систему. Проте скостеніння хребта і таза ще не закінчені, навантаження на силу і витривалість переносяться погано. Саме тому великі фізичні навантаження неприпустимі, оскільки збільшується небезпека виникнення сколіозів, сповільнення зростання, якщо школяр займається штангою, стрибками, спортивною гімнастикою тощо.

Підлітковий вік співпадає з пубертатним стрибком зростання і фізичного розвитку. Початок цього процесу припадає в дівчаток на 11–12 років, а у хлопців – на 13–14. У цьому віці швидше розвивається м'язова система, збільшується сила м'язів, особливо у хлопчиків, відбувається інтенсивний і різно-



бічний розвиток рухових функцій, у підлітків легко формуються найрізноманітніші рухові навички, вдосконалюється координація рухів. Разом з тим функціональні можливості серцево-судинної й дихальної систем у дітей, підлітків і навіть у юнаків та юнок ще значно нижче, ніж у дорослих. Недостатні порівняно з дорослими функціональні резерви серцевої й дихальної систем у юних спортсменів пов'язані з тим, що одна й та сама робота виконується ними не так економно, завдяки менш вигідним варіантам пристосувань до навантаження. Юні спортсмени, як правило, адаптуються до фізичної роботи за рахунок відносно більшої ЧСС і меншого зростання систолічного тиску, ніж це спостерігається при аналогічних навантаженнях у дорослих. Тривалість відновлення ЧСС у юних спортсменів при невеликих навантаженнях зазвичай не перевищує величин, характерних для дорослих, але при великих, і особливо повторних, навантаженнях відновлення значно затягується.

Пристосування функції дихання до навантажень у юних спортсменів також триває менш раціонально, ніж у дорослих. При фізичних навантаженнях на витривалість утилізація кисню з вдихуваного повітря відбувається гірше чим менший вік, тому збільшується вентиляція легень.

У старшому шкільному віці формування кісткової та м'язової систем майже завершене. Відзначаються посилене зростання тіла в довжину, особливо при заняттях ігровими видами спорту (волейбол, баскетбол, стрибки у висоту та ін.), збільшення маси тіла, станової сили, інтенсивно розвивається дрібна мускулатура, вдосконалюються точність і координація рухів.

На зростання і розвиток школярів сприятливо впливають адекватні рухова активність і харчування, а також загартовувальні процедури і, навпаки, знижена рухова активність



(гіподинамія) та її надлишок (гіпердинамія) сприяють виникненню тих чи інших відхилень у стані здоров'я. Правильне, повноцінне і збалансоване харчування дітей є обов'язковою умовою їх нормального фізичного розвитку й відіграє важливу роль у підвищенні працездатності та опору організму інфекційним захворюванням. Переважання в їжі дітей вуглеводів, недотримання режиму, зловживання швидкою їжею, напоями з хімічними консервантами і барвниками, харчування всухом'ятку несуть суттєву шкоду здоров'ю школяра.

Водночас через неадекватні тренувальні навантаження в підлітковий період, коли спостерігається тимчасова невідповідність між лінійним зростом і накопиченням в організмі мінеральних речовин, виникає особливий ризик пошкодження. Незакінчене формування кісткової тканини призводить до надзвичайної чутливості епіфізів кісток підлітків до перевантаження, у зв'язку з чим у юних спортсменів часто виникають різні типи остеохондропатій (асептичні некрози губчастої тканини), що є протипоказанням для подальших занять спортом.

Загартовування школярів із дотриманням певних умов (систематичність і поступовість, урахування індивідуальних особливостей, стану здоров'я, віку, статі, фізичного розвитку) і з використанням різних форм (загальних і локальних) та заходів (повітря, сонце, вода – обливання, купання у відкритих водоймах у холодній воді, розтирання снігом, лазня) сприяє покращенню їх здоров'я.

Основні відмінності організму школярів від дорослого організму й особливості функціонального забезпечення м'язової роботи в дитячому віці:

1) відносно невеликий діапазон резервних можливостей як вегетативних, так і метаболічних систем організму;



2) відносно невисока ефективність систем вегетативного забезпечення (відношення кінцевого результату до витрат на нього);

3) відносно невисокий рівень анаеробно-гліколітичного компонента фізичної працездатності, тобто працездатності у вправах із максимальним часом роботи 0,5–3 хв.

До спортивних тренувань допускаються тільки абсолютно здорові діти. Для оцінки функціональних показників різних систем організму в спокої та під час різних проб важливо знати, як ці показники змінюються з віком.

Підходи до тестування дітей і підлітків принципово не відрізняються від застосовуваних для дорослих. Проте певні відмінності все ж є. Так, при степ-ерометричному тестуванні потрібно використовувати сходинки у відповідності до росту дітей, в якості критерію відповідності застосовувати довжину ноги.

При дослідженні дітей і підлітків важливішою, на відміну від обстеження дорослих, є оцінка фізичного розвитку: наскільки обстежуваний відповідає своєму паспортному віку, оскільки різні спортивні й педагогічні нормативи розраховані на певний вік. Звертається увага на симетричність розвитку сили правої і лівої половини тулуба, кінцівок.

Контроль рухової активності здійснюють, застосовуючи хронометраж (визначення її тривалості і виду з одночасним урахуванням тривалості перерв, відпочинку тощо), крокометрію (підрахунок рухів за допомогою спеціальних приладів – крокомірів) та ін. Сучасні крокоміри легкі (від 17 до 50 г), прикріплюються до пояса або взуття і за показниками лічильника визначають кількість кілометрів, пройдених протягом дня, витраченої енергії (рис. 11.3).

Контроль за руховою активністю можна здійснювати, використовуючи GPS (Global Positioning System – назва глобальної американської навігаційної системи NAVSTAR). Окрім



американської глобальної системи визначення координат, яка дозволяє фіксувати висоту, широту і довготу місцезнаходження над рівнем моря, а також швидкість і напрямок руху, існують й інші системи: у Євросоюзі – GALILEO, в Російській Федерації – ГЛОНАСС, в Індії – IRNSS, у Японії – Quasi-Zenith (QZSS), у Китайській Народній Республіці – COMPASS, але вони недосконалі або можуть використовуватися тільки на території країни-виробника. GPS-систему можна застосовувати не тільки в туристичних походах, авто-, велоспорті й інших видах спорту, але й на тренуваннях для оцінки швидкості та обсягу переміщень. Розроблені спеціальні GPS-навігатори для спортсменів – це повноцінні комплекси для тренувань, які, крім визначення рівня переміщення і швидкості, комплектуються пульсометром, електронним тренером (спеціальна програма забезпечує аналіз і планування тренувань) та іншими функціями (рис. 11.4). Спортивні GPS-навігатори



Рис. 11.3. Варіанти електронних крокомірів:

- a* – OMRON-HJ-E з вимірюванням пройденої віддалі в кілометрах і милях, підрахунком спалених калорій та аеробних кроків;
- б* – Omron-HJ-720-IT з USB, який з'єднується з комп'ютером через інтерфейс USB 2,0, опрацювання даних відбувається на персональному комп'ютері, прилад вимірює кількість кроків пройденої віддалі і витрачених калорій; розміром із сірникову коробку;
- в* – Beurer Speedbox із вимірюванням швидкості бігу, кількості кроків і пройденої дистанції і зручним кріплення до взуття



ри – компактні, легкі прилади (близько 80 г без пульсометра), що кріпляться до зап'ястя або передпліччя, з можливістю встановлення на велосипед чи інший вид транспорту, монохромним екраном із низьким енергоспоживанням, водонепроникним та ударостійким корпусом (дозволяє використання, наприклад, при греблі).

Проте зауважимо, що сучасні мобільні телефони теж обладнані системою GPS, за допомогою якої можна визначати як віддаль, так і швидкість переміщення спортсмена чи іншого об'єкта.

За даними ВООЗ, сумарна величина рухової активності і школярів визначається таким чином: заняття у школі (4–6 год.), легка активність (4–7 год.), помірна (2,5–6,5 год.), висока (0,5 год.). До цього показника додають обсяг енерговитрат на добу зростання (максимум цього обсягу припадає на вік 14,5 років) з урахуванням статі (у хлопчиків він більший).



Рис. 11.4. Варіанти спортивних GPS-навігаторів Garmin-Forerunner із фіксацією на кінцівку



Лікарський контроль за юними спортсменами на заняттях фізичної культури і спортом передбачає:

- диспансерне обстеження 2–4 рази на рік;
- додаткові медичні огляди з включенням тестування фізичної працездатності перед участю у змаганнях і після перенесених хвороб або травм;
- лікарсько-педагогічне спостереження з застосуванням додаткових повторних навантажень після тренувань;
- санітарно-гігієнічний контроль за місцями тренувань, змагань, інвентарем, одягом, взуттям тощо;
- контроль засобів відновлення (за можливістю включають фармакологічні препарати, лазню й інші сильнодіючі засоби);
- суворе виконання тренером рекомендацій лікаря з обсягу, інтенсивності, режиму і методики тренувань, строку допуску до тренувань (особливо до змагань) після перенесених травм та інфекційних захворювань.

11.2. Особливості лікарського контролю за особами середнього і старшого віку, які займаються фізичною культурою і спортом

Практика показує, що правильно дібрані й систематичні заняття фізичною культурою покращують фізичний розвиток, зміцнюють здоров'я, подовжують активне довголіття, сповільнюють старіння. Процеси старіння розпочинаються тоді, коли закінчується розвиток людини, тобто уже у 18–23 роки. Поступово ці зміни накопичуються, що, як наслідок, призводить до старості, яка є кінцевим етапом процесу старіння. Пошук шляхів уповільнення процесів старіння і подовження життя людини завжди був у центрі уваги людства. Водночас встановлено, що проблема подовження життя є, перш за все, соціальною. Суспільно-економічні умови життя і рівень роз-



витку науки – основні фактори, що визначають тривалість життя.

Згідно з класифікацією ВООЗ, вік до 44 років вважається молодим, 45–59 – середнім, 60–74 – похилим, 75–89 – старечим, а люди, старші за 90 років є довгожителлями. Існують поняття потенційної й середньої тривалості життя. Перша з них – це та кількість років, які повинна прожити людина як представник біологічного виду. Вона визначається в межах 120–125 років. Середня тривалість життя – це фактична тривалість життя людей, і її величина відрізняється в різні періоди історії людства загалом, а також у різних народів у наш час (різний соціальний рівень життя).

Розрізняють старість фізіологічну і патологічну. При фізіологічній старості функції організму знижуються поступово, без різкої зміни якості. Патологічна старість є результатом різних хвороб, а також порушення життєвого режиму (переїдання, зловживання алкоголем, куріння, гіпер- і гіпокінезія тощо).

Відповідна віку фізична активність збільшує адаптаційні можливості людини в будь-якому віці. Фізичні вправи дозволяють не тільки сповільнити процеси старіння і подовжити життя, але, що найголовніше, надовго зберігають творчу активність людини.

Старіння організму зумовлене біохімічними і біофізичними змінами в клітинах і тканинах, ендокринними змінами (гормонального дзеркала) нервової регуляції. Чим старіший вік, тим важче підтримувати постійність внутрішнього середовища організму (гомеостаз), а з цим пов'язані зниження його пристосувальних реакцій, опору до несприятливих внутрішніх і зовнішніх факторів, працездатності. Проте із зазначеними проявами можна успішно боротися, перш за все, засобами фізичної культури і спорту, оскільки найкращим стимулятором усіх фізіологічних функцій є фізична активність.



Початкові прояви старіння виражаються в ледь помітному зниженні активності нервових процесів, інтенсивності обміну речовин, швидкості, в незначному зменшенні сили. У подальшому ці явища прогресують, у тканинах та органах виникають дегенеративні процеси (специфічні клітини органа замінюються сполучною тканиною), м'язи поступово атрофуються, з'являються невеликі обмеження рухомості в суглобах, особливо в нижніх кінцівках, хребті. З боку серцево-судинної системи сповільнюється ЧСС, зменшується ударний об'єм, максимальний хвилинний об'єм кровообігу, максимальне споживання кисню. Еластичність артерій погіршується, відповідно збільшується систолічний тиск. Під час фізичних навантажень він також збільшується в більшій мірі, ніж у молодих. Унаслідок атеросклерозу вінцевих судин серця порушується метаболізм м'язів, виникають тахікардія та інші порушення з боку серця, що суттєво обмежує фізичну активність. Втрати еластичності легеневої тканини знижують вентиляцію легень, а відповідно й постачання тканин киснем.

Найзагальніші зміни в організмі при старінні відбуваються в наступних напрямках:

- порушення координаційних рухів, зміна структури м'язової тканини з утратою рідини, сухість шкіри та ін.;
- інволютивне зменшення кількості рецепторів симпатичного відділу вегетативної нервової системи, відповідно відносне збільшення кількості рецепторів парасимпатичної її гілки;
- зменшення виділення гормонів, зниження ефективності синтезу і секреції гормонів наднирників, відповідальних за обмінні й пристосувальні процеси організму;
- зниження функції щитоподібної залози (гормон тироксин), яка регулює обмінні процеси (біосинтез білка);



– порушення обміну жирів, а саме їх окислення, що призводить до накопичення в організмі холестерину, який сприяє розвитку атеросклерозу артерій;

– виникнення інсулінової недостатності (функціональне виснаження підшлункової залози), затруднення переходу глюкози в клітини та її засвоєння, послаблення синтезу глікогену: інсулінова недостатність, затrudнений біосинтез білка;

– послаблення діяльності статевих залоз, що, у свою чергу, викликає ослаблення м'язової сили.

За станом здоров'я і фізичної підготовки особи середнього і старшого віку поділяють на 4 групи:

1. Здорові і фізично підготовлені особи.
2. Особи з незначними відхиленнями у стані здоров'я і невеликою фізичною підготовкою.
3. Особи з вираженими відхиленнями у стані здоров'я і слабкою фізичною підготовкою.
4. Хворі люди.

Особи перших трьох груп можуть займатися у групах здоров'я, але для людей, віднесених до II і III груп, потрібна суворі індивідуалізація фізичних навантажень; особи, зараховані до IV групи, можуть займатися тільки лікувальною фізичною культурою.

Заняття з людьми середнього і старшого віку мають за основну мету оздоровлення й загальну зміцнювальну дію і не спрямовані на отримання високих результатів. Такі заняття повинні бути систематичними, оскільки тільки тоді зможуть принести користь. На заняттях потрібно уникати вправ, пов'язаних зі значною фізичною й емоційною напругою. Властиві заняття повинні бути різноманітні, з широким застосуванням рухових ігор та елементів спортивних ігор, вправ із циклічними видами рухової активності. Потрібно включати порядкові вправи, загального зміцнення на снарядах і без них,



вправи на гімнастичних лавочках і стінці, танцювальні кроки, вправи на рівновагу й координацію, естафети, ходьбу, плавання, прогулянки на лижах, біг підтюпцем (проте повільний і не тривалий), гру в бадмінтон тощо. Правила ігор мають бути полегшені.

Популярний колись біг підтюпцем через можливі загострення захворювань нижніх кінцівок (періостити й інші структурні зміни окістя, м'язів, сухожилів) і хребта (загострення остеохондрозу) нині замінюють теренкурором – дозованою ходьбою пересічною місцевістю за певним визначеним маршрутом.

Люди середнього і старшого віку відзначаються поганим пристосуванням до вправ на швидкість і силу, організм відновлюється повільніше, а тому потрібні триваліші періоди відпочинку в порівнянні з аналогічними показниками в молодших людей. Еластичність м'язів і зв'язок в осіб, старших за 50 років, зменшується. Унаслідок зниження активності нервових процесів координаційна здатність знижена, з чим пов'язані труднощі формування нових рухових навичок. Тренерам не рекомендується включати вправи, що вимагають напруження, затримки дихання чи тривалого опускання голови нижче від пояса, вправи з тягарями, біг, стрибки.

Окрім вправ із фізичним навантаженням, повинні проводитися щоденна ранкова гімнастика (або тривала прогулянка лісом, парком, сквером), контрастний душ, щотижневе відвідування лазні (сауни), звертається увага на помірне, але збалансоване харчування (без обмеження у тваринних білках, овочах, фруктах). Особливо важливо стежити за правильною диханням.

Лікарський контроль проводять за певною схемою із включенням функціональних проб (ураховуються не тільки зсуви ЧСС, частоти дихання, показників артеріального ти-



ску, але й особливості відновлювального періоду), лабораторних аналізів крові (включно з біохімічними).

Заняття фізичними вправами мають викликати тільки відчуття приємної втоми, добрий настрій, бажання продовжувати заняття фізкультурою і категорично не повинні викликати різку втому. Водночас оцінка занять повинна робитися не тільки виходячи з самооцінки, а на підставі лікарського контролю з залученням необхідного комплексу всіх необхідних методів обстеження та їх моніторингу.

11.3. Особливості лікарського контролю за жінками, які займаються фізичною культурою і спортом

Морфо-функціональні особливості жіночого організму відмінні від чоловічого, що й зумовлює особливості в підході до проведення занять фізичними вправами і до лікарського контролю.

У жінок інші, ніж у чоловіків, пропорції тіла: хребет відносно довший, кінцівки коротші, плечі вужчі, а таз ширший. Центр маси тіла, який відіграє важливу роль у механізмі рухів, у жінок знаходиться нижче від чоловічого. Тому рухові можливості жінок нижчі. У жінок менша, ніж у чоловіків, м'язова маса, а жирова тканина складає більший процент. Слабший розвиток м'язів у жінок проявляється у нижчих показниках сили різних м'язів: кисті, спини, ніг тощо.

Особливості м'язової системи в жінок проявляються наступними відмінностями порівняно з чоловіками:

– максимальна довільна сила м'язів однакова в дівчаток і хлопчиків до періоду статевого дозрівання, а в дівчаток після 11–13 років вона менша, ніж у хлопчиків;

– у жінок максимальна довільна сила м'язів нижча, ніж у чоловіків: у середньому $2/3$ від їхньої;



– товщина м'язового волокна в жінок менша, ніж у чоловіків;

– слабший розвиток м'язів у жінок призводить до нижчих показників сили різних м'язових груп;

– станова сила в жінок у 1,8–1,9 рази менша від чоловічої;

– загальна м'язова сила – сума максимальних силових показників основних м'язових груп – у жінок також менша;

– у жінок відносно слабші м'язи верхніх кінцівок, плечового поясу, тулуба, тазового поясу, нижніх кінцівок у порівнянні з чоловіками (максимальна довільна сила м'язів верхніх кінцівок і тулуба в жінок складає 40–70 % такої в чоловіків, а нижніх кінцівок і тазового поясу – тільки 30 %).

Серцево-судинна система в жінок також відрізняється від такої в чоловіків: менші розміри серця, як і хвилиний об'єм серця у спокої та при фізичному навантаженні, менший ударний об'єм серця, що зумовлює частіше скорочення при однаковій з чоловіками фізичній роботі, а систолічний тиск при цьому підвищується менше; відновний період у жінок триває повільніше. В умовах виконання максимального фізичного навантаження серцевий викид у жінок суттєво нижчий, ніж у чоловіків. Порівняно з чоловіками, у жінок менший об'єм крові.

Частота дихання в жінок у спокої більша, а глибина дихання менша. Життєва ємність легень менша, як і максимальне споживання кисню. Тип дихання в жінок грудний, а в чоловіків – черевний.

Загалом кардіореспіраторна система в жінок і чоловіків має наступні відмінності:

– ударний об'єм серця у спокої в жінок менший на 10–15 см³, а хвилиний об'єм кровообігу – на 0,3–0,5 л/хв, ніж у чоловіків;



- ЧСС у спокої в жінок вища на 10–15 уд./хв;
- максимальна ЧСС у нетренованих жінок більша від нетренованих чоловіків;
 - в умовах виконання максимального фізичного навантаження серцевий викид у жінок суттєво нижчий від чоловіків;
 - загальний об'єм крові в жінок менший;
 - частота дихання у спокої в жінок вища;
 - глибина дихання у спокої в жінок менша;
 - домінантний тип дихання в жінок – грудний, у чоловіків – черевний;
 - хвилинний об'єм дихання в жінок менший;
 - життєва ємність легень у жінок менша на 1000–1500 см³ (через менший об'єм грудної клітки).

Нервова система жінок більш збудлива порівняно з чоловічою.

Усе вищезазначене вказує на нижчі функціональні можливості серцево-судинної й дихальної систем жінок у порівнянні з чоловіками.

При заняттях фізичною культурою і спортом, а також при відборі в секції потрібно враховувати морфо-функціональні особливості жіночого організму. Водночас організм жінки реагує на регулярні фізичні навантаження так само, як і організм чоловіка. У тренуваних жінок відбувається збільшення сили, швидкості, витривалості, подібно до того, як у тренуваних чоловіків. Проте в силу особливостей будови тіла, якісного складу тіла й ендокринної системи (системи естроген-андроген) існують статеві відмінності у фізичній працездатності, силі, швидкості й аеробній здатності, що відбивається на результатах спортивних досягнень.

Попри подібність реакції жіночого і чоловічого організму на фізичне навантаження, систематичні тренування сприяють посиленню відмінностей в показниках різних органів



і систем у жінок і чоловіків. Не можна не зауважити, що заняття спортом суттєво змінюють морфологічні показники жінок, особливо в таких видах спорту, як метання диска, штовхання ядра, важка атлетика, боротьба тощо.

Анатомо-фізіологічні особливості жінок мають переваги: вони з більшою легкістю виконують вправи, що вимагають гнучкості, відчуття ритму, рівноваги, оскільки вправи такого типу адекватні фізіологічним особливостям жіночого організму. Вправи, що вимагають значної сили і витривалості, виконуються жінками відносно гірше.

Раціональна побудова занять фізичними вправами і спортом сприятливо впливає на всі функції жіночого організму.

Окрім зазначеного, при побудові навчально-тренувального процесу потрібно враховувати фізіологічний стан спортсменки в різні фази оваріально-менструального циклу, її психоемоційний стан у цей період.

Функціональний стан жінки суттєво змінюється в різні фази оваріально-менструального циклу. Передменструальний період у жінок проявляється по різному: в одних підвищується загальний тонус організму, частішає пульс, дещо підвищуються артеріальний тиск і збудливість нервової системи, в інших тонус організму падає, з'являється стан депресії. Безпосередньо перед менструацією і в фазу менструації знижуються основний обмін і температура тіла.

У період менструації, особливо в перші дні, деякі жінки скаржаться на загальне недомагання, головний біль, приливи крові до голови, відчуття холоду чи жару, в'ялість, розбитість, послаблення уваги, слуху, відзначають біль у попереку чи внизу живота, дратівливість. Інколи фіксують нудоту, блювоту, розлади функції кишечника. В організмі відбу-



ваються значні зсуви, зменшується хвилинний і систолічний об'єм серця, знижується здатність до максимального поглинання кисню та ін. ЧСС зростає на 5–15 ударів за хвилину, може збільшуватися діастолічний артеріальний тиск на 10–15 мм рт. ст. Максимальна м'язова сила знижується за декілька днів до початку менструації й залишається такою протягом менструальної фази. Фізична працездатність у середині менструального циклу (в період овуляції) знижується. У цей період тренування протипоказані. Погіршується ортостатична стійкість. У фазу менструації при м'язовій роботі раніше розпочинається потовиділення, що пов'язано зі зниженням умісту естрогенів, які потовиділення гальмують. У цей період м'язова робота особливо чутлива до підвищення температури навколишнього середовища. Наприкінці менструації знижується артеріальний тиск, пульс і дихання сповільнюються, в аналізі крові фіксується зменшення еритроцитів і вмісту гемоглобіну. В інших здорових жінок менструації можуть не викликати суттєвого зниження працездатності.

Загалом оваріально-менструальний цикл звичайно суттєво не впливає на спортивну працездатність, проте має індивідуальні відмінності, залежить це й від виду спорту. Фаза менструації більшою мірою впливає на працездатність жінок, які тренують витривалість, і менше – на фізичну працездатність, ефективний розвиток гнучкості. У фолікулярну (менструальну) фазу ефективніший розвиток витривалості й не такий ефективний розвиток швидкісних реакцій. Найбільша працездатність визначається в період овуляції (момент, коли з яєчника виходить зріла і готова до запліднення яйцеклітина). У фазу постовуляції ефективний розвиток швидкісно-силових якостей.

Протипоказаннями до занять спортом у менструальну фазу є будь-які порушення менструального циклу, запальні



захворювання статевих органів, стан після абортів (тренування відновлюють не раніше як через 1 місяць і до наступного нормального менструального циклу та контрольного огляду гінеколога), а також період статевого дозрівання, становлення оваріально-менструального циклу та його порушення, наявність ознак інфантилізму. У період менструації забороняються значні зусилля і максимальні навантаження, напруження, стрибки, вправи з сильним струсом тіла, силові вправи, переохолодження, тривале перебування на сонці, лазня, сауна, плавання і заняття в басейні.

Забороняється приймати фармакологічні середники, що сприяють затримці або пришвидшенню менструації (порушується дітородна функція, швидше настає клімакс, можливі й інші ускладнення).

Материнство, як правило, позитивно позначається на подальших спортивних успіхах. Із настанням вагітності напружені тренування і змагання припиняються, а рекомендуються заняття лікувальною фізичною культурою, дозованою ходьбою, плаванням, лижними прогулянками тощо. Спеціальні фізичні вправи і правильне їх використання сприятливо впливають на перебіг вагітності, пологів і післяпологовий період.

Спортивні тренування і змагання з початком вагітності *забороняються*. Фізичні ж вправи можуть бути корисними, але мають проводитися особливо обережно в перші 3–місяці вагітності, щоб не перервати її. Потрібно уникати силових вправ або пов'язаних із натужуванням, напруженням черевного пресу і промежини, затримкою дихання, струсу тіла (стрибки, підскоки) тощо. Протягом усієї вагітності застосовуються спеціальні комплекси вправ, рекомендовані вагітним, особливо з VII–VIII місяця – переважно вправи, виконувані в положенні лежачи на спині.



У перші 4–6 місяців після пологів застосовуються тільки спеціальні комплекси вправ лікувальної фізичної культури, масаж спини і ніг, прогулянки лісом (парком, сквером), мета яких – загальне зміцнення організму жінки. У період годування дитини грудьми помірні фізичні навантаження сприяють збільшенню лактації, й, навпаки, вправи надмірної інтенсивності (спортивні тренування і змагання) протипоказані, оскільки можуть негативно вплинути на секрецію молока. Фізичні заняття в цей період носять оздоровчий характер (2–3 рази на тиждень із невеликим навантаженням), включають вправи і спортивної спеціалізації. Із закінченням годування дитини грудьми, але не раніше як через 6 місяців після пологів (оптимальний період – 6–12 місяців, мінімальний – 3 місяці) спортсменка може відновити спортивні тренування (бажано циклічними видами спорту) за умови поступового повільного збільшення навантаження.

Анатомо-фізіологічні особливості жіночого організму зумовлюють необхідність систематичного огляду гінекологом протягом тренувального періоду з урахуванням особливостей менструального циклу жінки (тривалість фази менструації, тривалість і ступінь кровотечі, переносимість тренувальних навантажень у менструальній фазі, відхилення в протіканні оваріально-менструального циклу, захворювання репродуктивної системи, перебіг передменструального синдрому).

11.4. Статевий контроль спортсменок

З 1968 р. згідно з рішенням медичної комісії Міжнародного олімпійського комітету, а також більшості міжнародних спортивних федерацій, на олімпійських іграх, чемпіонатах світу і континентів в обов'язковому порядку проводиться



контроль жінок-спортсменок на статеву приналежність. Викликано це тим, що в попередні роки рекордні досягнення в жіночих видах спорту показували особи з порушеною статевою диференціацією, а саме гермафродити (несправжній чоловічий гермафродитизм). Частота порушень статевої диференціації складає 1 випадок на 700–800 спортсменок (М. Налбадян, 1988).

У таких осіб, при зовнішньому жіночому вигляді, відсутні менструації, грудні залози недорозвинені або відсутні, волосистість на лобку виявляється за чоловічим типом. Зовнішні статеві органи розвинені неправильно. Уміст 17-кетостеронів відповідає нормі чоловіків. Морфологія тіла таких спортсменок характеризується високим ростом і астенічними пропорціями тіла. Кисть масивна з вираженими епіфізами. Властивий чоловічий тип відкладання жиру. Показники динамометрії високі. Психологічне дослідження виявляє чоловічі риси характеру, відсутність жіночості, м'якості в поведінці. Їм притаманні незалежність, своєрідність думок, неконтактність, холодність, упевненість у собі. Вони вибіркові в доборі подруг, поводять себе з ними як лідери.

Природно, що особи з такими порушеннями мають більше переваг перед жінками-спортсменками, нормальними в фізичному розвитку. Таким чином, уведення обов'язкового контролю статевої приналежності – це боротьба за справедливість у змаганнях. Особи з порушеннями статевої приналежності до змагань не допускаються. Оскільки усунення від міжнародних змагань спортсменки, яка вже досягнула високих спортивних результатів, є психотравмувальним фактором (витрачено багато зусиль і коштів), то контроль найкраще здійснювати в дитячих і юнацьких спортивних школах.



Усі учасниці збірних команд, що виступають у жіночих видах спорту, а також спортсменки, які виступають у складі змішаних команд, у яких один чи більше представників – жінки, контроль статевої приналежності проходять один раз. Спортсменки, які пройшли такий контроль раніше, надають у встановленому порядку відповідне свідоцтво в Комісію за контролем статевої приналежності.

На олімпійських іграх Медична комісія МОК повідомляє кожну делегацію про дату і час прибуття команди для проведення процедури. Ідентифікація прибулих на контроль спортсменок проводиться шляхом використання паспорта, ідентифікаційних карт, у яких повинна бути фотографія спортсменки, вказана маса тіла, зріст і акредитаційний номер. Спортсменки, які мають дійсний сертифікат, виданий Медичною комісією МОК, звільняються від подальших тестів при наданні такого сертифікату під час проходження контролю на статеву приналежність.

Завдання контролю статевої приналежності – визначити відповідність паспортної статі генетичній. Контроль статевої приналежності здійснюється цитогенетичним методом, базованим на виявленні статевої хромосоми за зіскобом зі слизової оболонки рота в ділянці щоки або кореня волоска. Зіскоб, взятий шпателем, тонким шаром наноситься на предметне скло, забарвлюється однією краплею 1,5–2 % розчину оцтовокислого ацетоорсеїну, накривається покривним склом і розглядається під мікроскопом.

Потім визначається процентне співвідношення клітин, що містять статевий хроматин (тяльця Берра) у соматичних клітинах. У жінок статевий хроматин міститься в більшості епітеліальних клітин (20–70 %), у чоловіків число таких клітин не перевищує 5 %. Проте у здорових жінок вміст статевого



Розділ II. ЛІКАРСЬКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОСОБАМИ...

хроматину в клітинах може коливатися при зміні гормонального статусу (в окремих фазах менструального циклу) і захворюваннях. Рівень статевого хроматину може зменшуватися після тяжких фізичних навантажень, повертаючись до попередніх показників через 1–2 доби. При виникненні сумнівів результатів дослідження його повторюють. Збереження таємниці факту самого контролю і його результатів є обов'язковим. Особи, які не з'явилися на обстеження, до змагань серед жінок не допускаються.



Розділ 12. АНТИДОПІНГОВИЙ КОНТРОЛЬ

Застосування методів штучного покращення працездатності спортсменів порушує основний принцип спорту – чесної спортивної боротьби. Крім того, їх використання пов'язане зі значним ризиком для здоров'я спортсмена, наносить суттєву шкоду престижу спортсмена і його команді, країні.

Допінгом (англ. doping, від dope – "давати наркотики") називають біологічно активну речовину, способи і методи штучного підвищення спортивної працездатності (що підсилюють фізичну і психічну діяльність організму), які мають побічні ефекти на організм і для яких існують спеціальні методи виявлення. Згідно з положеннями Всесвітнього Антидопінгового кодексу, допінгом визнається здійснення одного чи декількох порушень антидопінгових правил, указаних відповідними статтями Кодексу.

На Олімпійських іграх у Мексиці 1968 р. був уперше проведений вибіркового допінг-контроль, а вже з 1972 р. з олімпіади в Мюнхені він став обов'язковим на всіх Олімпійських іграх і міжнародних змаганнях.

При Міжнародному Олімпійському комітеті (МОК) створена спеціальна комісія, яка 13 січня 1994 р. прийняла Медичний кодекс, що передбачає заборону допінгів у спорті. Всесвітній Антидопінговий кодекс був уперше прийнятий



2003 р. і розпочав діяти з 2004 р. Змінений Всесвітній Антидопінговий кодекс був затверджений Радою засновників Всесвітнього Антидопінгового агентства (ВАДА) 17 листопада 2007 р. Переглянутий Всесвітній Антидопінговий кодекс, що вступив у силу 1 січня 2009 р., ще жорсткіше регламентує боротьбу за чистоту спорту.

Вимоги цього кодексу повинні виконуватися спортсменами, тренерами, лікарями й офіційними особами, які беруть участь у підготовці спортсменів до змагань.

До допінгів відносять: 1) фармакологічні препарати, внесені до переліку заборонених; 2) заборонені методи, що збільшують кількість кисневих носіїв, а також фармакологічні, хімічні і фізичні маніпуляції (хірургічні операції чи методи впливу на правильність і чистоту проб сечі); 3) генний допінг.

ВАДА з відповідними спеціалістами виявляє, як генні технології можуть вплинути на спорт і допінг, також Агентство розпочало проект із визначення генетичного допінгу. На сьогодні існує три гени, які можуть використовуватися спортсменами: 1) ген, що збільшує кількість червоних кров'яних тілець; 2) ген росту внутрішньої поверхні судин; 3) ген, здатний підвищувати силу м'язів.

Незважаючи на те що за допомогою біопсії м'язів можна виявити застосування спортсменом генного допінгу, метод у силу своєї інвазивності не отримав широкого застосування. Водночас розробляються технології виявлення генного допінгу за оцінкою сечі й крові шляхом встановлення мікро РНК.

Антидопінговий контроль – це визначення в рідких біологічних середовищах (кров, сеча, слина та ін.) наявності допінгів. Звичайно всі деталі антидопінгового контролю зазначаються інструкціями, що розсилаються Національним Олімпійським комітетам. До змагань усім країнам-учасницям



надсилається список заборонених лікарських засобів, які вважаються допінгами. На сьогодні такий список містить понад 10000 назв і з кожним роком зростає.

Дослідження на наявність в організмі спортсмена фармакологічних препаратів, кваліфікованих як допінги, включає забір біологічної рідини (кров, сеча, слина та ін.), подальший фізико-хімічний аналіз на місці проведення змагань або в одній з лабораторій, визнаних міжнародною Медичною комісією МОК, а також інші медичні тести, необхідні для повноцінного висновку. Найчастіше досліджують сечу. Після її взяття керівник антидопінгової служби перевіряє рН сечі, про що робить запис у протоколі.

Аналізи здійснюють за допомогою газової хроматографії та радіоімунологічним методом. При позитивній пробі голова Медичної комісії МОК у письмовій формі інформує представників країни спортсмена. У випадку подання протесту повторне дослідження проводять у нейтральній країні (лабораторії), що має повноваження (визнання) МОК, у присутності представників Медичної комісії МОК і країни спортсмена.

Рішення про відповідні санкції – дискваліфікацію спортсмена – приймає суддівська комісія. Строки дискваліфікації залежать від характеру застосованого препарату. Найбільш суворих покарань зазнають спортсмени, спіймані на застосуванні наркотиків.

З 2001 року в Україні діє закон "Про антидопінговий контроль". Тестуванню на допінг підлягають спортсмени України незалежно від віку, рівня майстерності і місця перебування виключно лабораторією антидопінгового контролю Національного антидопінгового центру з дотриманням вимог Міжнародного антидопінгового протоколу (IADA), Міжнародного стандарту проведення допінг-контролю (ISDC)



Розділ 12. АНТИДОПІНГОВИЙ КОНТРОЛЬ

і положення Всесвітнього Антидопінгового кодексу ВАДА. Прийнятий в Україні регламент організації і проведення процедури допінг-контролю цілком відповідає вимогам Медичної комісії МОК. Процедура допінг-контролю складається з наступних етапів: відбір біологічних матеріалів для аналізу, фізико-хімічне дослідження відібраного матеріалу й оформлення висновку, накладання санкцій на порушників.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. **Автандилов, Г. Г.** Медицинская морфометрия [Текст] / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990. – 382 с.
2. **Амосов, Н. М.** Физическая активность и сердце [Текст] / Н. М. Амосов, Я. А. Бендет. – К. : Здоров'я, 1984. – 232 с.
3. **Бейтс, Б.** Энциклопедия клинического обследования больного [Текст] : пер. с англ. доп. / Б. Бейтс, Л. С. Биклей, Р. А. Гэкельман ; ред. кол. : И. Н. Денисов, В. Т. Ивашкин, В. А. Княжев и др. – М. : ГЭОТАР Медицина, 1988. – 704 с.
4. **Бунак, В. В.** Антропометрия [Текст] / В. В. Бунак. – М. : Наркомпрос РСФСР, 1941. – 368 с.
5. **Бунак, В. В.** Методика антропометрических исследований [Текст] / В. В. Бунак. – М. : Медицина, 1931. – 222 с.
6. **Волков, Н. И.** Тесты и критерии для оценки выносливости спортсмена [Текст] : учеб. пособие для слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФКа / Н. И. Волков. – М., 1989. – 44 с.
7. **Гамбурцев, В. А.** Гониометрия человеческого тела [Текст] / В. А. Гамбурцев. – М. : Медицина, 1977. – 230 с.
8. **Горбунов, Н. С.** Формы живота у людей с различными соматотипами [Текст] / Н. С. Горбунов, О. П. Луковенко / Тезисы докладов 6-ой итоговой научной конференции Института медицинских проблем Севера. – Красноярск, 1997. – С. 31–32.



9. **Дабровски, А.** Суточное мониторирование ЭКГ [Текст] / А. Дабровски, Б. Добровски, Р. Пиотрович ; пер. с пол. Н. В. Корнеева, Н. Н. Грабко. – М. : Медпрактика, 2000. – 208 с.

10. **Дорохов, Р. Н.** Спортивная морфология [Текст] : учеб. пособие для высших и средних спец. заведений физической культуры / Р. Н. Дорохов, В. П. Губа. – М. : СпортАкадем Пресс, 2002. – 236 с.

11. **Дубровский, В. И.** Спортивная медицина [Текст] : учеб. для студентов вузов, обучающихся по пед. специальностям / В. И. Дубровский. – 3-е изд., доп. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 528 с.

12. **Земцовский, Э. В.** Спортивная кардиология [Текст] / Э. В. Земцовский. – СПб. : Гиппократ, 1995. – 448 с.

13. **Карпман, В. Л.** Тестирование в спортивной медицине [Текст] / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 206 с.

14. Кодекс МОК. Медицинский кодекс (пояснительный документ). – М. : ФОН, 1997. – 59 с.

15. **Корж, В. П.** Допинг вчера, сегодня и завтра [Текст] / В. П. Корж, И. Н. Башкин. – Николаев : Степь-инфо, 2006. – 200 с.

16. **Куроченко, І. П.** Антидопінговий контроль та біопроби в спорті [Текст] : посібник / І. П. Куроченко. – К. : вид-во Європ. ун-ту, 2007.

17. Лікувальна фізкультура та спортивна медицина [Текст] : підручник / за ред. В. В. Клапчука, Г. В. Дзяка. – К. : Здоров'я, 2005. – 297 с.

18. **Макарова, Г. А.** Спортивная медицина [Текст] : учебник / Г. А. Макарова. – М. : Советский спорт, 2003. – 480 с.

19. **Мартиросов, Э. Г.** Методы исследования в спортивной антропологии [Текст] / Э. Г. Мартиросов. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.



20. **Марцінковський, І.** Основи клінічної черезстравохідної електрокардіостимуляції [Текст] / І. Марцінковський, Є. Білинський. – Львів : ВЦ "Арсенал", 1999. – 148 с.

21. **Маршал, Р. Д.** Функция сердца у здоровых и больных [Текст] / Р. Д. Маршал, Дж. Т. Шеферд : пер. с англ. О. Ш. Афанасьевой ; под общ. ред. Ю. Т. Пушкаря. – М. : Медицина, 1972. – 393 с.

22. **Михайлов, В. В.** Дыхание спортсмена [Текст] / В. В. Михайлов. – М. : Физкультура и спорт, 1983. – 103 с.

23. **Никитюк, Б. А.** Конституция человека [Текст] / Б. А. Никитюк. – М. : ВИНТИ, 1991. – 149 с.

24. **Полещук, Н. К.** Основы гониометрической практики [Текст] : учеб. пособие для вузов и фак-тов физической культуры / Н. К. Полещук. – Петрозаводск : ГОУВПО "КГПУ", 2004. – 192 с.

25. **Уэст, Дж.** Физиология дыхания. Основы [Текст] / Дж. Уэст. ; пер. с англ. – М. : Мир, 1988. – 200 с.

26. **Уилмор, Дж. Х.** Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костил ; пер. с англ. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 504 с.

27. **Хамзин, Х. Х.** Правильная осанка [Текст] / Х. Х. Хамзин. – М. : Медицина, 1972. – 64 с.

28. **Хмелевский, Ю. В.** Основные биохимические константы человека в норме и при патологии [Текст] / Ю. В. Хмелевский, О. К. Усатенко. – К. : Здоров'я, 1984. – 120 с.

29. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса [Текст] / под. ред. Дж. Д. Мак-Дугалла, Г. Э. Уэнгера, Г. Д. Грина. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 431 с.

30. **Фуркало, Н. К.** Клинико-инструментальная диагностика поражений сердца и венечных сосудов [Текст] / Н. К. Фуркало, Г. В. Яновский, И. К. Следзевская. – К. : Здоров'я, 1990. – 192 с.



31. **Boloncchuk, W. W.** Relationship between body composition and the components of somatotype [Text] / W. W. Boloncchuk, C. B. Hall, W. A. Siders // Amer. J. Hum. Biol. – 1989. – V. 1, № 3. – P. 239–248.

32. **Hanavan, E. A.** A mathematical model of the human body [Text] / E. A. Hanavan. – Ohio, 1964. – 57 p.

33. **Mateigka, J.** The testing of physical efficiency [Text] / J. Mateigka // Amer. J. Phys. Anthropol. – 1921. – V. 4, № 3. – P. 125–134.

34. **Tanner, J. M.** Growing up [Text] / J. M. Tanner // Scientific American. – 1973. – September. – № 229. – P. 36–37.

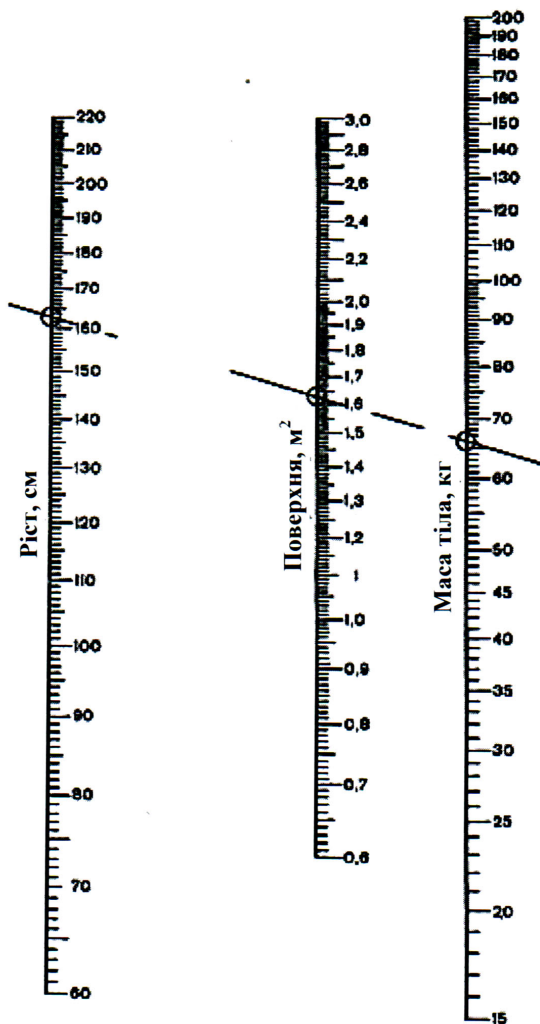


ДОДАТКИ



Додаток 1

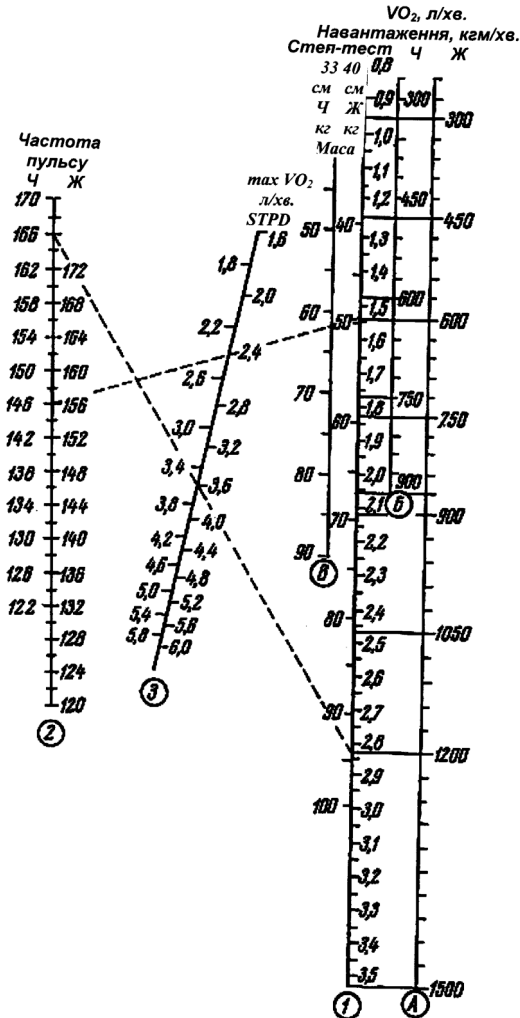
Номограма для визначення поверхні тіла за ростом і масою тіла (за Д. Буа, Бутбі, Сандифорду)





Додаток 2

Номограма Астранг-Рімінга (Astrang-Ryhming)
для визначення максимального споживання кисню
на підставі степ-тесту і тесту на велоергометрі





Додаток 3

Карта антропометричного обстеження

Прізвище, ім'я, по батькові

Факультет Курс Група

Дата народження (рік, місяць, число) Вік ... Стать ...

Спортивна спеціалізація

Спортивний стаж Спортивна кваліфікація

Дата обстеження

№ з/п	Вимірювальний показник*	Величина показника	
		справа	зліва
I	Маса тіла		
II	Довжина тіла (висота верхівкової точки)		
III	Висота антропометричних точок над підлогою:		
	Верхньогрудинної		
	Нижньогрудинної		
	Акроміальної		
	Променевої		
	Мицелкової		
	Пальцевої		
	передньої здухвинно-остистої		
	Лобкової		
	верхньостегнової (внутрішньої)		
	нижньостегнової (внутрішньої)		
IV	Повздовжні розміри тіла:		
	довжина корпусу		
	довжина тулуба		
	довжина руки		
	довжина плеча		
	довжина передпліччя		
	довжина кисті		
	довжина ноги		
	довжина стегна		
	довжина гомілки		
довжина стопи (віддаль від п'яткової до кінцевої точки)			



Продовження

№ з/п	Вимірювальний показник*	Величина показника	
		справа	зліва
V	Діаметри тіла:		
	акроміальний (ширина пліч)		
	середньогрудинний поперечний		
	передньозадній середньогрудинний		
	тазогребневий (ширина таза)		
	дистальної частини плеча		
	дистальної частини передпліччя		
	дистальної частини стегна		
VI	дистальної частини гомілки		
	Окružні розміри тіла (периметри, окружності)		
	Грудної клітки:		
	а) у спокійному стані		
	б) при максимальному вдиху		
	в) при максимальному видиху		
	г) екскурсія		
	Плеча:		
	а) напружений стан		
	б) розслаблений стан		
	Передпліччя		
	Стегна		
	Гомілки		
VII	Шкірно-жирові складки		
	на грудях		
	на плечі		
	а) на передній поверхні		
	б) на задній поверхні		
	на передпліччі		
	на кисті		
	на животі		
	на стегні		
	на гомілці		
під лопаткою			

* Маса тіла вимірюється в грамах, лінійні й окружні розміри – в міліметрах.



Додаток 4

Карта гоніометричного обстеження

Прізвище, ім'я, по батькові
Факультет Курс Група
Дата народження (рік, місяць, число) Вік Стать
Спортивна спеціалізація
Спортивний стаж Спортивна кваліфікація
Дата обстеження

№ з/п	Суглоби	Рух у суглобі	Показник рухомості		Оцінка за стандартом	
			справа	зліва	справа	зліва
I	Плечовий	Згинання				
		Розгинання				
		Відведення				
		Пронація				
		Супінація				
II	Ліктьовий	Згинання				
		Пронація				
		Супінація				
III	Променево-зап'ясний	Згинання				
		Розгинання				
		Відведення				
		Приведення				
IV	Кульшовий	Згинання				
		Розгинання				
		Відведення				
		Пронація				
		Супінація				
V	Колінний	Згинання				
		Пронація				
		Супінація				
VI	Гомілково-стопний	Згинання				
		Розгинання				



Продовження

№ з/п	Суглоби	Рух у суглобі	Показник рухомості		Оцінка за стандартом	
			справа	зліва	справа	зліва
VII	Сумарна рухомість	Розгинання				
		Плечового				
		Променево-зап'ясного				
		Кульшового				
		Гомілково-стопного				
		Суглобів верхніх кінцівок				
		Суглобів нижніх кінцівок				
		Усіх суглобів				



Додаток 5

Карта динамометричного обстеження

Прізвище, ім'я, по батькові
Факультет Курс Група
Дата народження (рік, місяць, число) Вік Стать
Спортивна спеціалізація
Спортивний стаж Спортивна кваліфікація
Дата обстеження

№ з/п	Досліджувана група м'язів	Показники сили	
		абсолютної (кг)	відносної (%)
I	М'язи-згиначі кисті й пальців (динамометрія кисті)	права рука	
		Ліва рука	
II	М'язи-розгиначі тулуба (становна сила)		
III	М'язи-розгиначі	Плеча	
		Передпліччя	
		Стегна	
		Гомілки	
IV	М'язи-згиначі	Плеча	
		Передпліччя	
		Стегна	
		Гомілки	
		Тулуба	
		Стопи	
V	Сумарна сила м'язі	Тулуба	
		Верхньої кінцівки	
		Нижньої кінцівки	
		Усіх вимірних груп м'язів	



ДЛЯ НОТАТОК



Навчальне видання

МАРЦІНКОВСЬКИЙ Ігор Богданович

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
У ЛІКАРСЬКОМУ КОНТРОЛІ
СПОРТСМЕНІВ І ФІЗКУЛЬТУРНИКІВ**

Навчальний посібник

Комп'ютерне складання та верстання *В. Г. Мазанко*

Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 20,6. Тираж 300 прим. Зам. № 255.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.