ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
імені ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

“Фізіологія рухової активності різних груп населення”

ЛЕКЦІЯ № 2

Тема лекції: ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ВИКОНАННІ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

План.

1. Фізіологічна характеристика передстартових станів.
2. Фізіологічна характеристика розминки.
3. Фізіологічна характеристика впрацьовування.
4. Фізіологічна характеристика стійкого стану.

Тривалість лекції: 2 академіні години
Навчальні та виховні цілі: охарактеризувати зміни у функціях фізіологічних систем організму людини, які спостерігаються у передстартових станах, під час виконання розминки, під час впрацьовування та при досягненні стійкого стану.
Матеріальне забезпечення: мультимедійна презентація.

Склав: доц. Вовканич Л.С.
Затверджено на засіданні
кафедри анатомії і фізіології
" 27 " серпня 2025 р.
протокол № 1
Зав. кафедри _____ Вовканич Л.С.

Львів – 2025

1. Фізіологічна характеристика передстартових станів.

Проблему передстартових станів вивчали у ФРА досить давно і детально. Ще у 1945 р. А.Н.Крестовников підкреслював, що збільшення ЧСС і підвищення кров'яного тиску у передстартовий період є результатом підготовки організму до майбутньої м'язової роботи. Передстартові стани вивчали й інші вчені, використовуючи при цьому різні методи для аналізу передстартових станів у різних видах спорту.

Передстартовим станом називають посилення ряду фізіологічних функцій перед стартом, тобто перед початком роботи, не зважаючи на те, що організм у цей час знаходиться у стані спокою. Суб'єктивно воно сприймається спортсменом як відчуття хвилювання перед стартом. Навіть думка про майбутні змагання, розмова про них, уже викликають зміну фізіологічних функцій, що супроводжують роботу, але відсутні у стані повного спокою. *Передстартовий стан виникає* за багато годин і навіть діб до початку змагання, а власне *стартовий стан* є продовженням і, у більшості випадків, посиленням передстартових реакцій.

Механізмом виникнення передстартових та стартових станів *є умовно-рефлекторний процес*, що включає нервовий і гормональний компоненти. Ці рефлекси можуть бути специфічними і неспецифічними. *Специфічні* – зумовлені особливостями майбутньої м'язової діяльності. У цьому випадку чим більша потужність майбутньої роботи, тим різкіше виражені передстартові зміни. Наприклад, ЧСС у марафонців на старті вища, ніж у спринтерів, на тренуванні боксерів ЧСС, АТ та газообмін збільшуються у більшій мірі перед роботою із великою грушею, у порівнянні із збільшенням перед роботою з малою. *Неспецифічні* – зумовлені не важкістю роботи, а суб'єктивними факторами, зокрема важливістю даного змагання для спортсменів.

У кожному окремому випадку у передстартовому стані можуть переважати специфічні або неспецифічні умовно-рефлекторні реакції. У випадку

переважання специфічних ступінь передстартових зрушень відповідає трудності майбутньої роботи. Наприклад, у бігунів та стрибунів у висоту перед стартом ЧСС може бути однаковою, хоча характер м'язової роботи при цих фізичних вправах різний. У той же час, передстартові зрушення можуть бути різними при виконанні однакової роботи, у залежності від важливості її для спортсмена.

Слід зазначити, що передстартові стани спостерігаються не лише в умовах спортивних змагань. Зміни у вегетативних і соматичних функціях організму виявлені і перед початком тренувальної діяльності, а також і в лабораторних умовах при дії сигналів, які повідомляють про майбутню м'язову діяльність.

Як правило, у передстартовому стані відзначають такі зміни функцій організму:

- збільшення частоти і глибини дихання, що призводить до зростання легеневої вентиляції (навіть у 2-2,5 разів),
- збільшення ЧСС (до 160 уд./хв.) та АТ,
- посилення газообміну,
- зростання ЖЕЛ,
- збільшення показників кистьової динамометрії,
- підвищення вмісту цукру і молочної кислоти в крові,
- підвищення температури тіла,
- збільшення швидкості і сили реакцій скелетних м'язів.

Зміни у фізіологічних функціях організму у передстартових станах і під час виконання м'язової роботи мають однаковий характер, тому вони, очевидно, спрямовані на підготовку організму до майбутньої роботи шляхом посилення його функцій.

Зміни вегетативних і соматичних функцій організму, що виникають у передстартових станах, очевидно, є наслідком зміни збудливості рухових та вегетативних центрів головного мозку. На основі зміни характеру мигального рефлексу можна говорити про два можливі варіанти зміни стану коркових центрів. Найчастіше спостерігається концентрація збудження в сенсорних

центрах кори. Ця очікування сигналу до дії описане як *стан "оперативного очікування*" і характеризується незначною руховою активністю, оптимальною готовністю організму до дії. Іншою можливою реакцією є генералізоване поширення збудження у корі головного мозку. При цьому спостерігається *підвищена рухова активність*. Крим описаних вище двох варіантів передстартових станів, можливий третій – *гальмування коркових реакцій* в результаті надто сильного збудження ЦНС (при дуже сильних зовнішніх подразниках або при ослабленій реактивності ЦНС) за механізмом позамежного гальмування. У цьому випадку спокій буде не оперативним, а депресивним. При цьому усі реакції, у тому числі стартові, сповільнені і ослаблені, погіршуються робочі реакції та процес впрацьовування. Вид передстартового стану може змінюватись при тренуванні, із набуттям спортивного досвіду, проте він у значній мірі залежить від навколишньої ситуації, значення змагань, мотивації спортсмена і ін.

Описані зміни функціонального стану ЦНС співпадають із класифікацією передстартових станів, запропонованою *психологами*. Згідно із цією класифікацією виділяють

- стан бойової готовності,
- стан передстартової лихоманки,
- стан передстартової апатії.

При цьому стану *бойової готовності* відповідає стан гальмування рухів із збереженням адекватних і сильних рефлекторних реакцій. Стану *передстартової апатії* відповідає ослаблення і сповільнення рефлекторних реакцій на старті, що виникає внаслідок гальмування рефлекторних центрів кори головного мозку внаслідок слабкості ЦНС чи надмірної сили подразника. Можна також припустити, що стан передстартової лихоманки відповідає стану генералізованого збудження кори головного мозку із посиленням рухової активності.

Бойова готовність. Зміни у ЦНС забезпечують оптимальні зрушення в функціональному стані рухового апарату і внутрішніх органів. Обмін речовин і температура тіла помірно зростають. ЧСС збільшується, зростає легенева

вентиляція і поглинання кисню. Ці зміни забезпечують збільшення працездатності організму. Фізіологічні зрушення при цьому відповідають інтенсивності майбутньої роботи, психологічно цей стан характеризується у впевненому очікуванні старту, у прагненні до перемоги.

Передстартова лихоманка. Збудливість ЦНС значно зростає, що веде до змін інших функцій організму. Вегетативні зсуви надзвичайно великі. Різко зростає температура тіла, прискорюється ЧСС, зростає інтенсивність газообміну. Фізіологічні зміни при цьому перевищують необхідні для виконання майбутньої роботи. Може спостерігатись тремтіння рук, тіла. У загальному стан людини схожий на лихоманку, при цьому значно змінюється працездатність та психологічний стан спортсмена. У такому стані велике збудження призводить до помилок на початку змагань, погіршення результатів.

Передстартова апатія. У цьому стані в ЦНС переважають гальмівні процеси, збудливість нервових центрів знижена. Зміни соматичних і вегетативних функцій виражені слабко. Спортсмен не готовий до боротьби, боїться суперника. Передстартова апатія найчастіше виникає при недостатній готовності спортсмена до змагань.

Фізіологічні зміни у корі головного мозку в передстартовому стані, можливо, опосередковуються через ретикулярну формацію стовбуру мозку і гіпоталамус. Окрім того, у реалізації передстартових станів велику роль відіграє симпатоадреналова система, яка активується лімбічною системою головного мозку (гіпоталамус, лімбічна закрутка і ін.). Про підвищену активність цих систем свідчить збільшення концентрації адреналіну і норадреналіну. Під впливом цих гормонів відбувається прискорення процесів розщеплення глікогену у печінці, жирів у жирових депо, підвищується концентрація у крові глюкози та вільних жирних кислот.

Слід зазначити, що характер і вираженість передстартових станів у певній мірі залежать від віку та кваліфікації спортсменів. Так, у більшості юних спортсменів різко виражені емоційні напруження у передстартовому стані супроводжуються дискоординацією регуляторних механізмів вегетативних функцій, що супроводжується реакціями апатії та лихоманки. У кваліфікованих

спортсменів передстартові реакції виражені сильніше і у більшій мірі адаптовані до потреб майбутньої фізичної активності.

Одним із можливих прийомів, що регулюють передстартові стани, є *розминка*. Розминка може зняти гальмівні процеси, чи, навпаки, посилити збудження у гальмівному аналізаторі. Регуляція стартових станів можлива також шляхом словесних інструкцій, застосування масажу чи поглибленого дихання.

2. Фізіологічна характеристика розминки.

Під *розминкою* розуміють *виконання комплексу вправ, що передує основній змагальній чи тренувальній діяльності*. Розминка сприяє оптимізації передстартового стану, забезпечує прискорення процесів впрацьовування, підвищує працездатність. Розминка складається із *загальної* і *спеціальної* частин. *Загальна частина* забезпечує оптимізацію збудливості ЦНС та рухового апарату, прискорення обміну речовин, підвищення температури тіла, посилення роботи органів дихання та серцево-судинної системи. Вона може бути практично однаковою у різних видах спорту. *Спеціальна частина* спрямована на підвищення працездатності тих частин рухового апарату, які будуть брати участь у майбутній діяльності. Вправи, що використовуються у цій частині, визначаються спеціалізацією спортсмена.

Механізми позитивного впливу розминки на подальшу змагальну чи тренувальну діяльність різноманітні пов’язані із зміною у функціонуванні цілого ряду систем організму:

- ЦНС (підвищення збудливості та рухомості нервових процесів у коркових та підкоркових структурах, зменшення часу сенсомоторних реакцій, зменшення хронаксії нервово-м’язовго апарату, створення умов для ефективного подолання інерції центрально-нервових процесів, зменшення супутніх гальмівних процесів у ЦНС, полегшення розгортання посиленої діяльності систем);
- Серцево-судинна (прискорюється і посилюється серцебиття, підвищується АТ, зростає ХОК, венозне наповнення, розширюються

капіляри у легенях, серці, скелетних м'язах, внаслідок підвищення температури тіла зменшується в'язкість крові, спостерігається вихід крові із депо);

- Дихальна (посилюється легенева вентиляція і поглинання кисню, пришвидшується дифузія кисню у альвеолах);
- М'язова (зменшення хронаксії м'язів, прискорення формування біопотенціалів м'язів, підвищенням температури м'язів - зниження в'язкості м'язів, підвищення швидкості їх скорочення і розслаблення);
- Ендокринна (підвищує збудливість центрів регуляції вегетативних функцій, посилює діяльність залоз внутрішньої секреції, що призводить до створення умов для прискорення процесів встановлення оптимальної координації вегетативних і рухових функцій під час виконання наступних вправ);
- На обмін речовин та терморегуляцію (посилює шкірний кровообіг і знижує поріг початку потовиділення, що покращує терморегуляцію, полегшує тепловіддачу, запобігає надмірному перегріванню тіла під час виконання фізичних вправ, прискорює процесів обміну речовин, що пов'язано із підвищенням температури тіла і збільшенням швидкості проходження біохімічних реакцій).

М'язова робота, що виконується через 5-10 хвилин після розминки характеризується зменшенням вираженості початкових зусиль, покращенням засвоєння ритму подразнень, більшою швидкістю формування рухової функції скелетних м'язів, підвищенням сили та точності виконуваних рухів, підвищенням ефективності використання кисню, меншим накопиченням молочної кислоти в крові і меншим зростанням кисневого боргу, Прискореним впрацьовуванням вегетативних систем - більш швидким збільшенням легеневої вентиляції, прискореним початком потовиділення, швидшим зростанням ХОК, прискоренням протікання біохімічних процесів у скелетних м'язах.

Слідові процеси у ЦНС і інших системах організму зберігаються певний час після розминки. Оптимальні величини тривалості розминки і тривалості інтервалу між його закінченням і початком роботи визначається видом

спортивної діяльності, натренованістю спортсмена і іншими факторами. Середня тривалість розминки повинна становити 10-30 хв. Розминка не повинна викликати втоми, тому об'єм роботи під час розминки повинен визначатись строго індивідуально. Оптимальна величина інтервалу між розминкою і початком основної роботи становить 3-5 хв.

3. Фізіологічна характеристика впрацьовування

Впрацьовування – це поступове підвищення працездатності організму під час виконання роботи, або перша фаза функціональних змін, що відбуваються в процесі роботи. Із впрацьовуванням тісно пов'язані явища "мертвої точки" та "другого дихання". Під час впрацьовування відбувається адаптація організму до більш високого рівня діяльності за рахунок посилення активності усіх систем, що беруть участь у роботі.

Підвищення працездатності організму у процесі впрацьвування пов'язане із змінами у ряді функціональних систем організму:

- Налагоджування функціонування нервових і нейрогуморальних механізмів управління руховою діяльністю і роботою вегетативних систем.
- Поступове формування необхідного стереотипу рухів (встановлення характеру, форми, амплітуди, швидкості, сили, ритму), тобто покращення координації рухової діяльності.
- Досягнення необхідного рівня функціонування вегетативних систем організму, що забезпечують м'язову діяльність.

Під час налагоджування нервових механізмів координації рухової діяльності відбувається виникнення специфічної для даної діяльності домінанати, яка забезпечує координацію усіх фізіологічних процесів в організмі, . Важливу роль відіграє також тісний взаємозв'язок рухових та вегетативних функцій. Чим сильніше працюють м'язи, тим сильніша надходить пропріоцептивна і інтероцептивна аферентація, що рефлекторно посилює діяльність організму. Посилення діяльності різних систем організму відбувається переважно за умовно-рефлекторним механізмом. Так, виявлено, що

у випадку наявності інформації про майбутню важку і тривалу роботу період впрацьовування продовжується.

Процес впрацьовування характеризується рядом особливостей.

Перш за все це *сповільнене впрацьовування вегетативних систем*, що пов'язано із характером нервової і гуморальної регуляції цих процесів у даний період. Так, на початку напруженої роботи у нервових центрах, які забезпечують регуляцію вегетативних функцій, виникає гальмування по механізму від'ємної індукції у зв'язку із сильним збудженням рухових нервових центрів. Гальмування на початку роботи виражене тим сильніше, чим трудніша і незвичніша робота. З розвитком натренованості тривалість гальмування зменшується. Так, під час напруженої роботи близькі до максимального рівні ЧСС спостерігаються через 1 хв., споживання кисню – через 1,5 хв., серцевий викид – через 2 хв. після початку роботи.

Другою особливістю процесу впрацьовування є його *гетерохронність*, що виявляється у неодночасному виході різних функціональних систем організму на свій максимальний рівень функціонування. Руховий апарат, який володіє відносно високою збудливістю і лабільністю, впрацьовується швидше, ніж вегетативні системи (приклад – спринтерські дистанції). Швидкість бігу на 1 с становить 55% від максимальної, на 2 с – 76%, і лише на 5-6 с досягає максимуму. Таке відносно повільне збільшення швидкості бігу зумовлене біомеханічними особливостями рухів на старті і поступовим впрацьовуванням рухового апарату. У той же час, вегетативні системи організму впрацьовуються значно повільніше. Так, максимальна активація дихання спостерігається, як правило, уже після закінчення спринтерської дистанції. Проте і *вегетативні функції виходять на свій максимальний рівень неодночасно*. Найшвидше наростають частотні параметри (ЧСС, ЧД), потім – об'ємні (СО, ДО, ХОК, ХОД). За ними досягає необхідних значень споживання кисню. Найпізніше налагоджується терморегуляція, що супроводжується потовиділенням.

Третьою особливістю впрацьовування є наявність *прямої залежності між інтенсивністю (потужністю) роботи і швидкістю зміни фізіологічних функцій*. Чим інтенсивніша робота, тим швидше відбувається початкове

посилення функцій організму, які пов’язані із її виконанням. Отже, тривалість періоду впрацьовування обернено пропорційна до інтенсивності (потужності) роботи. Наприклад, при виконанні вправ у зоні помірної аеробної потужності впрацьовування триває 7-10 хв., середньої – 5-7 хв., субмаксимальної – 3-5 хв., максимальної – 1,5-2 хв.

Тривалість впрацьовування також *залежить від характеру роботи* – під час роботи, що вимагає складної координації рухів впрацьовування проходить повільно.

Ще однією особливістю впрацьовування є його *залежність від тренованості спортсмена.* Більш швидке впрацьовування спостерігається у кваліфікованих спортсменів, у молодшому (підлітковому) віці, в період оптимального функціонального стану.

Оскільки діяльність дихальної і серцево-судинної систем, які забезпечують надходження кисню до працюючих м’язів, посилюється поступово, то на початку будь-якої роботи скорочення м’язів відбувається в основному за рахунок анаеробних механізмів енерозабезпечення (розщеплення АТФ, креатинфосфату, анаеробний гліколіз). Невідповідність кисневого запиту і споживання кисню на початку роботи призводять до утворення кисневого дефіциту. Цей дефіцит при вправах аеробного характеру (помірна потужність) покривається за рахунок деякого надлишку у споживанні кисню. При важчих вправах він покривається після завершення роботи і становить значну частину кисневого боргу.

Через кілька хвилин після початку напруженої роботи у нетренованої людини виникає стан “мертвої точки”. У цьому стані спортсмен задихається, відчувається запаморочення, біль у м’язах, виникає бажання припинити роботу. Об’єктивно цей стан виявляється у частому і поверхневому диханні, збільшенні споживання кисню, високому ЧСС, порушенні серцевого ритму, підвищеним вмістом вуглекислого газу у крові і альвеолярному повітрі, зниженні pH крові до 7,2, на ЕЕГ фіксують десинхронізацію активності. Причиною виникнення цього стану є, очевидно, невідповідність між високим кисневим запитом м’язів та недостатнім посиленням функцій кисневотранспортної системи. У випадку

продовження роботи виникає відчуття раптового полегшення, яке супроводжується відновленням комфортного дихання – так зване “друге дихання”. При цьому легенева вентиляція дещо зменшується, частота дихання зменшується, а глибина його зростає, ЧСС може дещо знижуватись. Цей стан свідчить про достатню мобілізацію функцій організму для виконання потрібної роботи.

4. Фізіологічна характеристика стійкого стану

При виконанні вправ помірної аеробної потужності (малої аеробної потужності – менше 50% МПК) після періоду впрацьовування наступає період, який А.Хіллом був названий періодом *стійкого стану*. Сюди належать побутові дії, вправи масової фізичної культури і ін. Досліджуючи споживання кисню під час виконання вправ такої потужності він встановив, що після швидкого зростання на початку вправ цей показник встановлювався на певному рівні і залишався стабільним протягом десятків хвилин (при виконанні вправ помірної потужності). За цих умов у період стійкого стану спостерігається кількісна відповідність між кисневим запитом (потребою організму у кисню) та споживанням кисню. Кисневий борг при цьому не зростає. Тому такі вправи були віднесені до вправ із справжнім стійким станом. Кисневий борг після нетривалого їх виконання фактично дорівнює кисневому дефіциту, що спостерігався на початку виконання вправ.

Під час виконання вправ великої потужності (середньої, субмаксимальної і близької до максимальної аеробної потужності) слідом за періодом швидкого збільшення швидкості споживання кисню під час впрацьовування спостерігається стан, за якого вона хоча і повільно і незначно, але підвищується. Це вправи – біг 5000 м і більше, плавання 1500 м і більше, біг на лижах 15 км і більше. Такий період прийнято називали *умовно стійким* станом У випадку аеробних вправ великої потужності кисневий запит під час роботи перевищує споживання кисню, тому після їх завершення реєструють кисневий борг, пропорційний до потужності та тривалості роботи.

При виконанні вправ максимальної аеробної потужності після короткого періоду впрацьовування споживання кисню досягає величин, близьких до МПК (максимального споживання кисню) і далі збільшуватись не може. Далі воно підтримується на стабільному рівні, хоча може трохи зменшується до кінця вправи. Цей другий робочий період називають періодом *псевдостійкого* (квазістійкого) стану. У цьому періоді також спостерігається збільшення кисневого боргу.

Таким чином, в усіх аеробних вправах, споживання кисню під час яких перевищує 50% МПК, та у всіх вправах анаеробного характеру не можна виділити період із (справжнім) стійким станом за характером споживання кисню чи іншими функціями організму. Основний робочий період у цих вправах можна охарактеризувати як умовно стійкий чи квазістійкий стан. Зміни, які відбуваються в цей час в організмі, відображають складні процеси адаптації до навантаження у поєднанні із розвитком втоми.

При виконанні вправ будь-якої потужності аеробного характеру протягом другого періоду, тобто стійкого стану, багато основних фізіолоігчних функцій організму повільно змінюються. Такі повільні зміни отримали назву “дрейф”. Швидкість “дрейфу” прямо пропорційна до потужності вправ. У період квазістійкого стану в організмі відбувається поступова перебудова діяльності серцево-судинної, дихальної, ендокринної систем, опорно-рухового апарату. Протягом цього періоду спостерігається повільне зменшення СО за компенсаторного зростання ЧСС із збереженням ХОК. Зменшується. а потім поступово відновлюється, хоча і не до вихідних значень, також об’єм циркулюючої крові. Спостерігається збільшення шкірної фракції ХОК, що сприяє тепловіддачі. Не зважаючи на це температура тіла продовжує зростати. У період квазістійкого стану постійно зростає АТ, особливо систолічний. Дихальний коефіцієнт поступово знижується, що вказує на збільшення долі окислення жирів і зменшення долі окислення вуглеводів у аеробному забезпеченні працюючих м’язів. Спостерігається зростання легеневої вентиляції як за рахунок частоти, так і за рахунок глибини дихання. Відбувається зростання електричної активності м’язів, що є відображенням процесів

рекрутування нових рухових одиниць для компенсації втоми м’язів. Під час виконання вправ збільшується активність симпатоадреналової системи, що виражається у підвищення вмісту в крові адреналіну та норадреналіну.

При виконанні вправ анаеробного характеру, тобто максимальної і субмаксимальної потужності, взагалі не можна виділити другий робочий період, оскільки під час їх виконання відбувається зростання споживання кисню та перехід на анаеробне енергозабезпечення. Під час виконання цих вправ наявний лише період впрацьовування.

Література.

1. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж.Х. Вілмор, Д.Л. Костіл – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2013. – Ч. 2. – 196 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/10059
3. Яремко Є. О. Фізіологія фізичного виховання і спорту : навч. посіб. для практ. занять / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич - Львів : ЛДУФК, 2014. - 192 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7190
4. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є.О.Яремко – Львів, "Сполом", 2006. – 159 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9319
5. Вовканич Л.С. Методичні вказівки до оцінки стану здоров'я школярів (антропометричні та фізіологічні методи) / Л.С.Вовканич, М.Я.Гриньків – Львів, 2003. – 13 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua:8080/bitstream/34606048/6545/1/%D0%9C%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%83%20%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80.pdf
6. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. — 68 с.
7. Exercise physiology / John P. Porcari, Cedric X. Bryant, Fabio Comana. – Davis Company. – 2015 – 905 p.
8. Exercise physiology : integrating theory and application / William J. Kraemer, Steven J. Fleck, Michael R. Deschenes. – 488 p.
9. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual Tests, procedures and data Third Edition Volume Two: Physiology / Edited by Roger Eston and Thomas Reilly Routledge – 2009. – 342 p.
10. Recovery for performance in sport / Christophe Hausswirth, Iñigo Mujika, editors; The National Institute of Sport for Expertise and Performance (INSEP) 2013 Human Kinetics – 280 p.

11. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I - Sport Testing / Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. C. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. H.: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. – Routledge., 2007 – 342 p.