ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ імені ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

“Фізіологія спортивної діяльності”

ЛЕКЦІЯ № 5

Тема лекції: ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ РУХОВИХ НАВИЧОК ТА ЯКОСТЕЙ

План.

1. Вступ.
2. Механізм формування та компоненти рухового навику. Фазність формування і руйнування.
3. Аферентний синтез, програмування, еферентний ланцюг.
4. Соматичні та вегетативні компоненти рухового навику.
5. Динамічний стереотип та екстраполяція в рухових навиках.
6. Фізіологічна характеристика сили та швидкості.
7. Фізіологічна характеристика витривалості.
8. Висновки.

Тривалість лекції: 2 академічні години

Навчальні та виховні цілі: дати студентам уявлення про механізми та фази формування рухового навику, описати основні компоненти рухового навику, ознайомити студентів з поняттями динамічного стереотипу та екстраполяції, охарактеризувати основні механізми розвитку та прояву рухових якостей, динаміку їхніх змін в онтогенезі, з’ясувати поняття сенситивних періодів розвитку рухових якостей.

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

Механізм формування та компоненти рухового навику. Фазність формування і руйнування.

Увесь фонд людини складається з рухів *вроджених* (безумовні рефлекси) та *набутих* протягом життя (умовні рефлекси). При цьому у дорослої людини вроджені рухові акти відіграють другорядну роль, зберігаючись у формі найпростіших шкірних, сухожильних, больових, вестибулярних і ін. рефлексів. Усі більш чи менш складні рухові акти людини формуються у процесі життя в результаті навчання. Таким чином, *рухові навики – це індивідуально набуті рухові акти, що формуються на основі механізму тимчасових зв'язків.*

Слід зазначити, що окрім безумовних рефлексів людина успадковує здатність до утворення нових рухових навиків, тобто *тренованість*. Тренованість неоднакова у різних людей, і навіть у однієї людини тренованість по відношенню до різних видів діяльності неоднакова. Тренованість значно змінюється з віком та кваліфікацією спортсмена.

Засвоєння нової техніки рухів завжди відбувається на основі раніше сформованих в організмі рухових актів. Тому процес вивчення нових складних рухів доцільно розпочинати з підготовчих вправ, що включають елементи техніки руху, і лише потім поєднувати їх у єдиний цілісний комплекс рухів. При цьому слід пам'ятати про необхідність формування правильних рухів із самого початку вивчення техніки. Це зумовлено стійкістю уже вироблених навиків у часі, та складністю корекції уже засвоєних неправильних рухових актів.

Утворення нового рухового навика відбувається у кілька етапів, які можна назвати стадіями або фазами. Під час *першої стадії* (фази) відбувається *іррадіація* нервових процесів та *генералізація* реакцій. На цій стадії у виконання рухів включаються зайві м'язи, їх робота некоординована, що супроводжується меншою узгодженістю рухів, їх незграбністю та неекономністю. У цей час біопотенціали реєструються не лише у м'язах, необхідних для виконання руху, але й у ряді "зайвих" м'язів.

При цьому активність спостерігається як під час виконання рухів, так і у інтервалах між ними. На другій стадії розпочинається об'єднання окремих частин дії у цілісний акт. Під час *другої стадії* відбувається *концентрація* нервових процесів, покращення координації, виключення з діяльності зайвих м'язів, зняття зайвої напруги у м'язах, рухи стають чіткими та точними. Біопотенціали реєструються переважно у м'язах, що необхідні для рухів, залпи електричної активності стають короткими і вираженими. На *третій стадії* відбувається *стабілізація, автоматизація* компонентів рухового навику. Слід зазначити, що тривалість і наявність фаз залежить від ряду факторів, зокрема від складності та потужності вправ, тренованості спортсмена, стану рухового апарату і ін. Наприклад, засвоєння нових рухів буде по різному відбуватись у початківців та висококваліфікованих спортсменів.

Рухові навики, як і інші прояви тимчасових зв'язків, недостатньо стабільні на початку утворення, проте на наступних стадіях розвитку стають все більш і більш стабільними. При цьому простіші рухові навики характеризуються вищою стійкістю. Навики із складною координацією рухів менш стійкі. Тому навіть висококваліфікованому спортсмену трудно кожного разу показувати найкращу техніку виконання вправ. Крім того, на стійкість навика впливає стан нервової системи (втома, сторонні подразники, і ін.), гіпоксія, десинхронізація часових ритмів при далеких перельотах і ін. *Припинення тренувань веде до поступової втрати рухового навику*. При цьому найбільш складні *рухові компоненти* можуть втрачатись протягом перерви навіть у кілька днів. Нескладні компоненти більш стійкі, і можуть зберігатись місяцями і роками. Так, елементарні рухові навики плавання чи їзди на велосипеді зберігаються практично все життя. *Вегетативні компоненти* при *короткочасній* зміні діяльності перебудовуються повільніше, ніж рухові. Проте за умови тривалої перерви (місяці і роки) вегетативні компоненти навика, на відміну від рухових, можуть повністю згасати.

Аферентний синтез, програмування, еферентний ланцюг.

Згідно теорії Анохіна, саме потрібний результат є рушійним фактором поведінки і для його досягнення в нервовій системі формується група взаємозв'язаних нейронів - так звана *функціональна систем*а. Створення функціональної системи необхідне для того, щоб окремі її елементи діяли не самостійно і незалежно один від одного, а підкорялися одній меті - отримати бажаний результат.

Діяльність функціональної системи можна поділяти на такі етапи:

1. обробка всіх сигналів, які надходять із зовнішнього і внутрішнього середовища організму - так званий *аферентний синтез*;
2. *прийняття рішення*;
3. створення уявлення про очікуваний результат і формування конкретної *програми дії* для досягнення цього результату;
4. аналіз отриманого результату і *корекція* (уточнення) програми дій.

Згідно із теорією П.К.Анохіна, аферентний синтез відбувається таких основних факторів:

- мотивація (потреби організму на даний момент);
- пам'ять (нагромадження досвіду);
- обстановочна інформація (стадіон, басейн і т.д.);
- пускова інформація (свисток, прапорець і т.д.).

Складність аферентного синтезу залежить від виду спортивної діяльності. Так, у ряді випадків він досить простий, наприклад під час змагань із легкої атлетики чи гімнастики. Проте у різних видах одноборств та спортивних ігор пусковий сигнал і обстановочна інформація зливаються, під час аферентного синтезу слід враховувати не лише оточуючу обстановку, розташування суперника, місцезнаходження партнерів, але й оцінювати можливості кожного із них. Усе це ускладнює аферентний синтез. Окрім того, процеси аферентного синтезу тут надзвичайно обмежені у часі.

Під час програмування складних вправ важливе значення має інтеграція не лише пам'яті та пускової інформації, а також інформації про

функціональний стан центральних і периферичних частин виконавчого апарату. Ефективне виконання вправи вимагає відповідності рухової програми і функціональних можливостей м'язів та вегетативних органів, що забезпечують їхню роботу. Оскільки функціональний стан м'язів та центральних частин виконавчого апарату весь час змінюється, максимальні результати можуть бути отримані лише за умови наявності *зворотних зв'язків.*

Надзвичайно важливою є також роль останнього етапу, тобто *сенсорних корекцій* чи *зворотних зв'язків* у забезпеченні оптимального здійснення рухового навика. При цьому розрізняють

- *внутрішні зворотні зв'язки*, які сигналізують про характер роботи м'язів, серця, інших органів
- *зовнішні зворотні зв'язки*, через які надходить інформація про зовнішнє середовище (точність рухів, напрям руху м'яча і ін).

При цьому у залежності від характеру рухів роль зворотних зв'язків дещо різна. Так, при *повільних* рухах зворотні зв'язки забезпечують корекцію руху, чи якоїсь його фази. Під час *складних багатофазних швидких рухів* може відбуватись корекція лише останніх фаз руху. При *дуже короткотривалих рухах* можлива лише корекція у наступній спробі.

Соматичні та вегетативні компоненти рухового навику.

Фізіологічним механізмом тренування, внаслідок якого формуються нові, індивідуально набуті види рухової діяльності, у тому числі спортивна техніка, є *тимчасові зв'язки*, що утворюються за принципом умовних рефлексів. Нові умовні рефлекси формуються внаслідок набуття раніше індиферентними сигналом здатності викликати рефлекторну відповідь (*сенсорні* умовні рефлекси), чи виникненню нових рухових реакцій (*оперантні, інструментальні* умовні рефлекси). При цьому нові рухи виникають внаслідок формування нових тимчасових зв'язків, що забезпечують нову форму рухів чи нову комбінацію із уже відомих елементів. Особливістю рухових навиків є те, що у їх утворенні беруть

участь обидві форми утворення нових рефлексів, одночасно формуються і сенсорні, і оперантні компоненти нового тимчасового зв'язку. При утворенні рухових навиків у людини велике значення мають тимчасові зв'язки вищих порядків, що утворюються при взаємодії через другу сигнальну систему (не лише шляхом показу, але й за допомогою словесних інструкцій).

Під час формування рухового навика спостерігається утворення не лише нових рухових актів чи їх комбінації, але і утворення тимчасових зв'язків, які забезпечують ефективне функціонування вегетативних органів, що підтримують активність рухового апарату. Таким чином, утворюються *рухові і вегетативні компоненти* рухового навика. При цьому утворення рухових і вегетативних компонентів відбувається *неодночасно.* У навиках із простими рухами (біг) швидше формуються рухові компоненти, а у навиках із складними рухам (гімнастика, боротьба, ігри) – вегетативні. При цьому вегетативні компоненти можуть виявитись більш інертними, ніж рухові.

Динамічний стереотип та екстраполяція в рухових навиках.

Руховий навик, як правило, є не елементарним руховим актом, а комплексом рухів, що складається із ряду елементів (фаз), що зв'язані один з одним у цілісний руховий акт. Під час формування рухового навика окремі елементи формують своєрідну ланцюгову послідовність реакцій, що має назву *динамічного стереотипу*. При цьому під динамічним стереотипом розуміють стереотипну послідовність елементів або фаз руху, кожен з яких може змінюватись у залежності від зовнішніх умов чи внутрішнього стану організму (втома, травми і ін.). Утворення динамічного стереотипу характерне для циклічних вправ. У той же час у ряді ациклічних вправ (ігри, одноборства) динамічний стереотип як цілісна система зміни фаз руху, як правило, не утворюється.

Важливе значення у формуванні нових рухових навиків має процес *екстраполяції*. *Екстраполяція – це властивість нервової системи на основі наявного досвіду вирішувати нові рухові задачі*. Здатність до екстраполяції

значно зростає при збільшенні запасу уже засвоєних рухів. Екстраполяція використовується не лише при засвоєнні нових рухів, але і при зміні умов виконання уже засвоєних рухів (ходьба у різних умовах, при нахилі тіла, при поворотах і ін.). При цьому діапазон екстраполяції завжди дещо обмежений наявним фондом рухових навичок. Так, рухові навички футболіста мало сприяють екстраполяції при виконанні прийомів боротьби чи плавання. Тому при підборі комплексу підготовчих вправ важливо включати у нього вправи, які будуть сприяти засвоєнню основної вправи.

Фізіологічні механізми сили та швидкості.

До основних рухових якостей належать *сила, швидкість, витривалість, гнучкість*. В основі їх розвитку лежать морфофункціональні зміни у ряді систем організму, зокрема у опорно-руховому апараті, вегетативних органах, центральних і периферичних частинах нервової системи. Зміни ці дещо відмінні для кожної із названих якостей, більш того, розвиток сили, може, наприклад, супроводжуватись зменшенням витривалості чи швидкості рухів.

Виконання будь-яких рухів вимагає певної *сили та швидкості*. Швидкість та сила під час виконання спортивних вправ характеризується певною оберненою залежністю. Так, вправи із зовнішнім навантаженням, близьким чи рівним максимальній ізометричній силі (МІС) м’язів, належать до *силових* (стійка на кистях, хрест, рівновага на кільцях, штанга і ін.). У випадку, якщо вправа вимагає прояву сили у межах 40-70% від максимальної ізометричної сили, спостерігається поєднання максимальної швидкості та сили рухів. Такі вправи належать до *швидкісно-силових* (спринт, стрибки). При переміщенні малої маси (менше 40% від МІС) досягається максимальна швидкість руху при прикладанні невеликих зусиль. Такі вправи належать до *швидкісних* (метання і ін.).

Існує кілька різновидів *сили*. Так, за умови ізометричного скорочення м’язи виявляють *максимальну статичну силу* (МСС). При цьому відношення МСС до анатомічного перерізу м’яза називається *відносною*

силою м'яза, а відношення МСС до фізіологічного перерізу – *абсолютною силою м'яза* (0,5-1 Н/см^2). МСС можлива за умови одночасного скорочення усіх рухових одиниць даного м'язу при довжині спокою. Практично таке скорочення можливе лише при інтенсивному зовнішньому подразненні. Тому на практиці можемо вимірювати *максимальну довільну силу* (МДС) м'язів. МДС залежить від двох груп факторів:

- периферичних (плече важеля дії сили м'язів і кут її прикладання до кісток; довжини м'яза; переріз м'язів; композиція м'язів – чим більше швидких волокон, тим сильніший м'яз);
- координаційних (внутрішньом'язева координація – число і степінь активації рухових одиниць та їх взаємодія в часі; міжм'язова координація – взаємодія м'язів антагоністів і синергістів, фіксація суміжних суглобів і ін.).

Уся складність необхідної координації призводить до того, що МДС нижча за МСС. Ця різниця називається *силовим дефіцитом*. У той же час вдосконалення координації діяльності м'язів призводить до зменшення силового дефіциту і наближення сили до МСС. Так, за умов сильної мотивації, та у висококваліфікованих спортсменів силовий дефіцит зменшується.

Окрім змін у координації м'язової діяльності суттєву роль у збільшенні сили м'язів відіграють периферичні фактори. Так, сила м'язів зростає із збільшенням площі їх поперечного перерізу – *робочої гіпертрофії*. Виділяють два крайні типи робочої гіпертрофії:

- саркоплазматичний (збільшення об'єму саркоплазми, тобто нескоротливої частини м'язів, спостерігається збільшення кількості нескоротливих, втому числі мітохондріальних білків, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну). При цьому типі гіпертрофії спостерігається такж збільшення капіляризації м'язів. Найбільш схильні до такого типу гіпертрофії повільні (I) та швидкі окислювальні (II А) м'язові волокна. Така гіпертрофія мало

впливає на силу м’язів, проте супроводжується зростанням їх витривалості.

- міофібрилярна (збільшення об’єму міфібрил, тобто скоротливого апарату). Спостерігається значне збільшення МСС, зротсає абсолютна сила м’язу. Найчастіше спостерігається у випадку швидких гліколітичних (II В) волокон.

В основі робочої гіпертрофії лежить інтенсивний синтез і зменшення розпаду м’язових білків, що супроводжується збільшенням синтезу ДНК та РНК. Окрім того, синтез актину і міозину може посилюватись внаслідок утворення креатину під час скорочення м’язів. Під час силового тренування також спостерігаються у композиції м’язу. Хоча співвідношення швидких і повільних волокон практично не змінюється, проте серед швидких волокон зростає частка швидких гліколітичних. Окрім того, гіпертрофія швидких волокон виражена значно більше, ніж повільних, тому об’єм, який вони займають у м’язовому волокні, значно зростає.

Сила м’язів, що вимірюється за умов динамічного режиму скорочення, називається *динамічною силою*. Вона менша за МСС під час концентричного скорочення, і значно перевищує МСС за умов ексцентричного скорочення. При цьому тренування динамічної сили під час тренувань може практично не вплинути на МСС. У той же час статичні вправи переважно збільшують МСС, значно менше впливаючи на величину динамічної сили.

Швидкісні властивості м’язів у значній мірі залежать від співвідношення повільних і швидких волокон у м’язах. Так, у спринтерів відсоток швидких волокон становить 76%, у стрибунів – 53,3%, у бігунів на середні дистанції – 48,1%. Іншим шляхом підвищення швидкісних показників є покращення нервово-м’язової координації.

Фізіологічні механізми витривалості.

Витривалість у фізіології спорту визначають як здатність тривалий час виконувати глобальну м’язову роботу переважно чи виключно

аеробного характеру. Проте слід пам'ятати що витривалість *специфічна* – вона різан у випадку різних видів діяльності. Зокрема, розрізняють *статичну і динамічну, глобальну і локальну, аеробну і анаеробну* витривалість.

У видах спорту, що вимагають значної витривалості, спортсмени повинні володіти значними аеробними можливостями, а саме:

- високим максимальним поглинанням кисню (МПК);
- здатністю тривалий час підтримувати поглинання кисню на високому рівні.

Аеробні можливості спортсмена визначаються перш за все його МПК. Чим вище МПК, тим більшу швидкість може показати спортсмен на дистанції, а також об'єм роботи аеробного характеру. Якщо у нетренованих чоловіків МПК в середньому становить 3-3,5 л/хв. (45-50 мл/кг хв.), а у жінок – 2-2,5 л/хв. (35-40 мл/кг хв.), то у висококваліфікованих бігунів-стаєрів МПК становить 5-6 л/хв. (80 мл/кг хв.), у лижниць – 4 л/хв. (70 мл/кг хв.). При цьому рівень МПК визначається двома групами факторів:

- можливостями системи транспорту кисню;
- можливостями використання кисню працюючими м'язами.

Система транспорту кисню включає *систему зовнішнього дихання, систему крові, серцево-судинну систему*. Високі можливості системи зовнішнього дихання спортсменів забезпечуються такими змінами:

- більшими на 10-20% легеневими об'ємами, зокрема ЖЕЛ (до 9 л), наслідком чого є більший дихальний об'єм при тій же ЧД;
- значною витривалістю дихального апарату (80% від максимуму – 11 хв., а нетреновані – лише 3 хв.);
- більша витривалість і сила дихальних м'язів;
- підвищена еластичність легень і грудної клітки;
- знижений опір повітроносних шляхів;
- підвищенням ефективності легеневої вентиляції;
- збільшенням дифузійної здатності легень.

Підвищена здатність транспортувати кисень системою крові обумовлена переважно такими змінами:

- зростання об’єму циркулюючої крові (до 20%), що забезпечує вищий центральний об’єм крові, збільшення систолічного об’єму;
- концентрація еритроцитів і гемоглобіну практично не змінюється, але у зв’язку із збільшенням об’єму циркулюючої крові загальний вміст їх зростає (у нетренованих чоловіків гемоглобіну – 10-12 г/кг, а у стаєрів – 13-16 г/кг);
- менший вміст лактату, обумовлений такими факторами – м’язи спортсменів продукують менше молочної кислоти, пришвидшене впрацьовування кисневотрнспортної системи, посилена утилізація молочної кислоти у працюючих м’язах, знижена концентрація внаслідок більшого об’єму циркулюючої крові.

Збільшення МПК відбувається також у результаті змін в серцево-судинній системі:

- висока продуктивність серця, обумовлена здатністю значно підвищувати СО (спокій – 70 мл – 100-120 мл.; навантаження – 120 мл – 190 мл.). Збільшення СО досягається збільшенням кінцевого діастолічного об’єму та підвищенням скоротливої здатності міокарду ;
- вища ефективність роботи серця, обумовлена здатністю досягти максимального ХОК за нижчих значень ЧСС;
- підвищення системної артеріо-венозної різниці по кисню (АВР-О). АВР-О у нетренованих чоловіків становить 140 мл/л О, а у спортсменів – 155 мл/л О. Зміни АВР-О обумовлені зменшенням вмісту кисню у венозній крові, тобто його більш ефективній утилізації м’язами;
- збільшення капіляризації працюючих м’язів.

Витривалість також залежить від *властивостей працюючих м’язів*. Зокрема, у представників видів спорту, у яких важливою є витривалість, значно вищим є відсоток повільних волокон (І тип) – до 80%, що у 1,5 рази

більше, ніж у нетренованих. Зараз вважають, що вміст повільних волокон визначається переважно генетичними факторами. У той же час у м'язах стаєрів зростає вміст швидких окислювальних волокон (II А). Це підвищує загальний вміст волокон із аеробним метаболізмом. Тренування витривалості веде переважно до саркоплазматичної гіпертрофії. При цьому зростає вміст мітохондрій (до 300%), ферментів аеробного метаболізму, міоглобіну (1,5-2 рази), глікогену і ліпідів (на 50%), зростання здатності м'язів окислювати вуглеводи та, особливо, жири.

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. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. — 68 с.
6. Exercise physiology / John P. Porcari, Cedric X. Bryant, Fabio Comana. – Davis Company. – 2015 – 905 p.
7. Exercise physiology : integrating theory and application / William J. Kraemer, Steven J. Fleck, Michael R. Deschenes. – 488 p.

8. 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.
9. 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.
10. 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.