

9. Урунтаева Г.А., Афонькина Ю.А. Практикум по дошкольной психологии: Пособие для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 304 с.

The article is devoted the problem of the domestic socializing with the children of preschool age. Socializing with parents is the main factor of psychical development. Influence of parents on development of intercourse of children of preschool age depends on as family and communicative connections in family. Parents in socializing with the children of preschool age must take into account the features of their communicative necessity.

**Key words:** domestic intercourse, preschool child, parents, thinking-in-words development.

*Отримано: 07.06.2009*

**УДК 159.946**

*Ю.А. Михальська*

## **Основні принципи керування рухами з погляду психомоторики**

У сучасних дослідженнях існує думка про багаторівневу ієрархічну організацію системи регуляції рухами. Регуляція рухами неможлива без узгодження активності великої кількості м'язів. Для здійснення руху повинна бути сформована рухова програма.

**Ключові слова:** керування рухами, рухова активність, нервова система, моторна кора, мозочок.

В современных исследованиях анализируется мысль о многоуровневой иерархической организации системы регуляции движениями. Регуляция движениями невозможна без согласования активности большого количества мышц. Для выполнения движения должна быть сформирована двигательная программа.

**Ключевые слова:** управление движениями, двигательная активность, нервная система, моторная кора, мозжечок.

Руки — це головний засіб взаємодії організму людини з оточенням. У цій взаємодії рефлекторні відповіді, обумовлені

стимулами зовнішнього середовища, складають лише частину рухової активності; інша її частина — це активність, ініційована «зсередини». Мозок не просто відповідає на стимули, що надходять ззовні, він знаходиться в постійному діалозі із середовищем, причому ініціатива в цьому належить саме мозку.

Проблема керування рухами завжди була предметом дослідження багатьох вчених, зокрема вивченням цього питання займалися такі представники науки, як І.М. Сеченов, І.П. Павлов, Н.А. Бернштейн, Л.В. Чхаїдзе, В.С. Горожанін, П.К. Анохін, Ч. Шеррінгтон, Г. Могенсон, Ю. Конорський, П. Роберт, А. Георгіопулос, А.С. Батуев та ін.

Недостатньо досліджене питання про роль властивостей нервової системи в регуляції рухової діяльності людини. Серед вітчизняних вчених вперше звернув увагу на рух як необхідну умову нашого життя І.М. Сеченов, саме він довів, що всюди кінцевим результатом виступає м'язовий рух. На відміну від попередніх дослідників, які відводили моторним центрам виключно виконавчі функції, І.М. Сеченов уперше довів важливість ролі м'язових рухів у пізнанні оточуючого світу.

Н.А. Бернштейн запропонував новий принцип керування рухами, який був названий принципом сенсорних корекцій. Схема побудови рухів згідно з цим принципом була названа рефлекторним кільцем. Цілий ряд факторів впливають на хід виконання рухів. Отже, центральній нервовій системі необхідна постійна інформація про хід виконання руху. Вона отримала назву сигналів зворотного зв'язку. Ці сигнали можуть одночасно надходити від м'язів у мозок по декільком каналам. Інформація, яка надходить різними каналами, повинна бути узгодженою, інакше виконання руху стає неможливим. На основі цього Н.А. Бернштейн зробив висновок, що існує певна схема здійснення механізмів руху, яку він назвав схемою рефлекторного кільця.

Досліджуючи закономірності керування довільними рухами по замкнутому циклу: мозок – центробіжні нерви – м'язи – пропріорецептори – нерви – мозок, Л.В. Чхаїдзе запропонував розділити це коло на зовнішнє і внутрішнє. Зовнішнє коло включає прямий зв'язок і зовнішню дугу зворотного зв'язку із зоровим, слуховим, нюховим, тактильним та іншими рецепторами, які мають смислове навантаження. Внутрішнє коло включає прямий зв'язок та внутрішню дугу

зворотного зв'язку. Її пропріорецептори не пов'язані безпосередньо із свідомістю людини. І в зовнішньому, і у внутрішньому колі ділянка прямого зв'язку є спільною. Цей принцип дозволяє пояснити роль обох кіл у керуванні моторними актами. Зовнішнє коло здійснює контроль за смисловою стороною дії, а внутрішнє коло за руховими автоматизмами. Але цей розподіл не є абсолютним і постійним [4, с. 8-14].

На думку В.С. Горожаніна проблема індивідуальних відмінностей безпосередньо пов'язана з такими поняттями фізіології праці і спорту, як фізична й розумова працездатність, втома, рухові якості, які характеризують спортивну діяльність, швидкість, спритність [1, с. 52-63].

У тварин спинний мозок може здійснювати досить великий клас функцій, але у людини на спинальному рівні протікають лише найпростіші координації. Важлива роль у координації рухів належить мозочку. Такі якості руху, як плавність, точність і необхідна сила, реалізуються за участю мозочка шляхом регуляції тимчасових, швидкісних й просторових характеристик руху [3, с. 94-112].

У процесі філогенетичного розвитку ступінь і форма участі різних відділів мозку в регуляції руховими функціями істотно змінювалася. У людини рухові функції досягли найвищої складності у зв'язку з переходом до прямостояння та прямоходіння (що ускладнило задачу підтримки рівноваги), спеціалізацією передніх кінцівок для здійснення трудових та інших особливо тонких рухів, використанням рухового апарату для комунікації (мова, письмо). В регуляцію рухами людини включені вищі форми діяльності мозку, зв'язані із свідомістю, що дало підставу називати відповідні рухи «довільними» [3, с. 94-112; 5, с. 148-156].

У сучасних нейрофізіологічних дослідженнях прослідковується думка про багаторівневу ієрархічну організацію системи регуляції рухами. Результати досліджень різних класів рухів дозволили Н.А. Бернштейну сформулювати загальні уявлення про багаторівневу ієрархічну систему координації рухів, де, на його думку, кожний моторний акт реалізується складною багаторівневою мозковою системою, в якій ведучий, головний рівень відповідає суті руху, а інші рівні обслуговують фонові, механічні компоненти рухів: тонус, іннервацію, реципрокне гальмування і т.д. Відповідно до них система керування рухами

складається з таких рівнів: А — рівень палеокінетичних регуляцій, він же рубро-спінальний рівень центральної нервової системи. Керує, в основному, мускулатурою тулуба і шиї. Керовані ним руху — плавні, витривалі. Дії цього рівня цілком мимовільні; В — рівень синергій, він же таламо-палідарний рівень. Рухи цього рівня відрізняються численністю залучених у синергію м'язів і характеризуються схильністю до стереотипів, періодичності; С — рівень просторового поля, він же пірамідно-стріарний рівень. Ведуча аферентація цього рівня — синтетичне просторове поле, яке являє собою сприйняття і володіння зовнішнім навколишнім простором. Це поле однорідне (гомогенне) і, що дуже істотно, — не зміщується.

Поряд з цими властивостями Н.А. Бернштейн підкреслював таку найважливішу властивість просторового поля, як його метричність та геометричність, що виявляються в дотриманні геометричної форми і геометричної подібності; D — рівень дій (предметних дій і т.п.), він же тім'яно-премоторний рівень. Основними функціями цього рівня є виконання смислових завдань рухів, рухи з предметами; E — кортикальний рівень. Він властивий тільки людині, і основною функцією є управління вищими символічними координатами. Роль цього рівня завжди ведуча.

Стає зрозумілим, що організація, програмування та керування будь-якою психомоторною дією відбувається на різних поверхах центральної нервової системи. До того ж ці рухи постійно взаємодіють за принципом динамічної субординації. Моторне завдання, яке формується та відображається в мозку, виконує різні функції: визначає програму, мету моторної дії, спосіб її виконання, проводить корекції [1, с. 52-63; 3, с. 94-112; 4, с. 8-14].

Подібні погляди на організацію рухових актів були висунуті П.К. Анохіним у його теорії функціональної системи. Він визначав функціональну систему як динамічну, саморегулюючу організацію, яка вибірково об'єднує структури і процеси на основі нервових й гуморальних механізмів регуляції для досягнення корисних системі та організму в цілому пристосувальних результатів. Він розповсюдив зміст цього поняття на структури будь-якої цілеспрямованої поведінки [1, с. 52-63; 2, с. 232-256].

Враховуючи велику кількість експериментальних фактів, можна зробити висновок про те, що існують два механізми

управління рухами: за допомогою центральних моторних програм і за допомогою зворотної аферентації, яка використовується для безперервного контролю і корекції руху, що виконується. Це керування може здійснюватися одночасно двома механізмами при різному їх співвідношенні для рухів, які відрізняються складністю та рівнем організації.

На принципову роль аферентації в регуляції рухів і поведінки вказували Н.А. Бернштейн та П.К. Анохін. На їх думку сенсорні подразнення можуть не тільки запускати рухи, але й виконувати корегуючу функцію. Враховуючи те, що зворотна аферентація сигналізує про результат дії, відбувається співставлення цього результату з програмою руху, що призводить до уточнення координат цілі та траєкторії руху.

Вперше значення аферентних систем для контролю за мотонейронами спинного мозку було показане англійським фізіологом Ч. Шеррінгтоном. Він вказав на існування сенсорних зворотних зв'язків, які регулюють активність мотонейрона, також вперше ввів термін «пропріорецепція» для визначення сенсорних входів, які збуджуються під час рухів. Ч. Шеррінгтон рахував, що головна функція пропріорецепторів – давати інформацію про власні рухи організму.

На основі дослідів з умовними рефlekсами І.П. Павлов встановив, що моторна кора отримує сенсорні проєкції від рецепторів м'язової і суглобової чутливості. В 1909 р. він ввів поняття «руховий аналізатор», який виконує функцію сприймання сигналів тіла. Згодом це поняття було розширено: в нього були включенні сенсорні і асоціативні зони кори, які проєктуються на моторну кору. В результаті цього моторна кора стала розглядатися як центральний апарат побудови руху.

Н.А. Бернштейном була показана неможливість реалізації руху (особливо довільного) – за допомогою тільки одних еферентних імпульсів. За Н.А. Бернштейном, зміни в м'язові, які виникають при рухові, збуджують чутливі закінчення пропріорецепторів, а ці пропріоцептивні сигнали, досягаючи моторних центрів, вносять зміни в ефекторний потік, тобто в фізіологічний стан м'язу. Отже, перед нами з'являється інша форма взаємовідношень між аферентними та еферентними процесами – рефлєкторне кільце. Воно являє собою фундаментальну форму протікання рухового нервового процесу.

До недавнього часу було мало що відомо про процеси формування і побудови нових моторних програм. Проте завдяки вивченню нейтронної активності кори великих півкуль та інших структур мозку у вищих тварин, а також клінічним даним, отриманим при спостереженні за людиною, склалася думка, що провідна роль у побудові нових моторних програм належить лобним відділам кори великих півкуль (префронтальна кора). Було виявлено, що передні відділи кори для побудови нових моторних програм використовують весь видовий і накопичений упродовж життя індивідуальний досвід. При цьому, швидше за все, відбувається вибір окремих фрагментів програм з тих, що зберігаються в пам'яті для їх подальшої інтеграції в нову моторну програму.

Роль передніх відділів кори великих півкуль в програмуванні рухів руки мавпи вивчалася А.С. Батуєвим. Він виявив три групи нейронів, які послідовно втягуються в процес здійснення умовно-рефлекторних рухових навиків. Усі три групи нейронів були зареєстровані в тім'яній і особливо в лобній корі.

На сьогоднішній день вже багато відомо про функції моторної кори. Її розглядають як центральну структуру, яка керує самими тонкими і точними довільними рухами, які посилають свої сигнали до мотонейронів спинного мозку. Саме в моторній корі будується кінцевий і конкретний варіант моторного керування рухами.

Моторна кора включає первинну і додаткову моторні області. Первинна моторна кора розташована вздовж центральної борозни переважно в прецентральної звивині. Клітини первинної кори утворюють колонки, які збуджують і гальмують групу функціонально близьких мотонейронів. У різних колонках представлені не окремі м'язи, а різні рухи. Це пояснює результати А. Георгіопулоса, який знайшов у моторній корі мавпи нейрони, що кодує рухи руки.

Премоторна кора містить представництво кожної руки і ноги, утворюючи прямі зв'язки з мотонейронами спинного мозку.

Важливу функцію в управлінні рухами виконує мозочок. Він забезпечує збереження рівноваги, підтримку пози, регуляцію і перерозподіл м'язового тону, тонку координацію рухів. Нейрони моторної кори знаходяться під контролюючим впливом мозочку.

Багато авторів ототожнюють мозочок з потужним процесором, в якому переробляється величезна інформація. Вважають, що він забезпечує тимчасову вибірково настройку при виконанні будь-якого рухового акту, точне виконання руху в часі.

Крім сигналів від мозочку, в моторну кору поступають сигнали від базальних гангліїв – структури, яка відповідальна за збереження рухових програм вродженої поведінки та набутих навиків.

Було доведено, що моторна кора керує рухами, використовуючи інформацію, яка поступає як сенсорними шляхами від інших відділів кори, так і від генеруючих в центральній нервовій системі моторних програм, які актуалізуються в базальних гангліях та мозочку й доходять до моторної кори через таламус і префронтальну кору.

Згідно з гіпотезою, висловленою П. Робертом, актуалізація моторних програм відбувається внаслідок активації командних нейронів. Самі командні нейрони можуть контролюватися і загальмовуватися зверху. Зняття гальмування з командних нейронів підвищує їх збудливість і тим самим звільняє «передпрограмовані» ланцюги для тієї діяльності, для якої вони передбачені.

Згідно робіт Ю. Конозького про вивчення процесів, що визначають виконання моторних програм, існують дві системи ініціації руху, одна з них – це лімбічна система мозку. З допомогою цієї системи здійснюється «трансляція мотивації в дію», тобто в дії, які зв'язані з втамуванням голоду, усунуванням страху і задоволенням інших біологічних потреб. За даними Г. Могенсона, ця трансляція досягається за рахунок особливого шляху передачі сигналів від лімбічних структур до базальних гангліїв.

З появою асоціативної кори у вищих тварин збільшилася роль когнітивних процесів. З'явилася друга система ініціації рухів – «когнітивний мозок». Він забезпечує запуск різноманітних специфічних рухів відповідно до інструкції, минулого досвіду, навчання. Прохід сигналу від асоціативної кори в неостріатум базальних гангліїв, який має обширні сенсорні проєкції, розгальмовує його командні нейрони і тим самим актуалізує рухові програми, в основному рухові автоматизми, вивчені рухи. Ці програми через таламус також досягають моторної кори.

У процесі філогенетичного розвитку роль «когнітивного мозку» в ініціації рухових відповідей зростає, «емоційний мозок» і «когнітивний мозок» зазвичай діють разом.

На думку Г. Могенсона, всі процеси керування рухом можна відобразити трьома блоками:

- блоком ініціації руху, який включає лімбічну систему з прилягаючим ядром і асоціативну кору;
- блоком програмування руху, який включає мозочок, базальні ганглії, моторну кору, таламус як посередник між ними, а також спінальні і стовбурові генератори;
- виконавчим блоком, що охоплює мотонейрона і рухові одиниці.

Крім того, він вважав за необхідність пам'ятати, що керування рухом включає поряд з командами по прямим зв'язкам велику пропріоцептивну і екстрорецептивну інформацію по зворотним зв'язкам.

Подібна схема пояснює не тільки ініціацію мимовільних рухів, вроджених форм рухової поведінки і автоматизмів, але й довільних рухів [2, с. 232-256].

Регуляція рухами неможлива без узгодження активності великої кількості м'язів. Характер цього узгодження залежить від рухової задачі. Щоб реалізація руху відповідала руховій задачі, необхідні не тільки дані про просторові відносини, але й відомості про властивості об'єкта маніпулювання. Тобто, для здійснення руху повинна бути сформована рухова програма. Рухову, або центральну, програму розглядають як заготовлений набір базових рухових команд, а також набір готових коригувальних підпрограм, що забезпечують реалізацію руху з обліком поточних аферентних сигналів та інформації, що надходить від інших частин ЦНС.

Передбачається, що рухова пам'ять містить узагальнені класи рухових програм, з числа яких відповідно до рухової задачі вибирається потрібна. Програма модифікується стосовно до ситуації: однотипні рухи можуть виконуватися швидше або повільніше, з більшою або меншою амплітудою. Та сама програма може бути реалізована різними наборами м'язів [3, с. 94-112].

Рухова програма може бути реалізована різними способами: за допомогою розімкнутої системи керування та замкнутої системи керування із зворотними зв'язками.

Отже, керування і контроль за рухом – досить складний процес. Він включає обробку інформації, яка отримується через прямі та зворотні зв'язки між префронтальною корою, моторною корою, таламусом, мозочком, базальними гангліями, а також стовбуром мозку і спинним мозком. Рухова система організована за ієрархічним принципом з поступовим збільшенням складності сенсомоторної інтеграції. На кожному її рівні існує своя «провідна аферентація» і власний тип регулюємих рухів.

#### **Список використаних джерел**

1. Горожанин В.С. Регуляция двигательной активности как проблема дифференциальной психофизиологии // Вопр. психологии. – 1977. – №2. – С. 52-63.
2. Данилова Н.Н. Психофизиология: Учебник для вузов. – Москва: Аспект Пресс, 1999. – 373 с.
3. Психофизиология: Учебник для вузов / Под ред. Ю.И.Александрова. – СПб.: Питер, 2001. – 496 с.
4. Роговик Л.С. Психомоторика: Навч.-метод. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: КМПУ ім. Б.Д.Грінченка, 2004. – 87 с.
5. Физиология человека / Под ред. Г.И. Косицкого. – 3-е изд., перераб. й доп. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.

In modern researches there is an idea about multilevel hierarchical organization of the system of adjusting motions. Adjusting motions is impossible without the concordance of activity of plenty of muscles. For realization of motion must be the motive program is formed.

**Key words:** motive activity, adjusting, nervous system, agile bark, cerebellum motions.

*Отримано: 12.05.2009*