

СУПІДРЯДНІСТЬ МЕХАНІЗМІВ УПРАВЛІННЯ РУХОВИХ АКТИВ СПОРТСМЕНІВ

В.А. Ровний

Харківська державна академія фізичної культури

Згідно теорії П.К.Анохіна всі функціональні системи організму, які забезпечують кінцевий корисний результат мають однотипну структуру.

Аферентний синтез

Початкову стадію рухової реакції любого ступеня складності утворює аферентний синтез. Ведучим збудженням на цій стадії є мотиваційне збудження, яке формується на основі внутрішньої потреби.

В умовах взаємодії з навколишнім середовищем одним з суттєвих компонентів стадії аферентного синтезу є **обставинна аферентація**. Її значення полягає у тому, що для зовнішніх подразників вона змінює вже сформовану рухову реакцію на основі природженої пам'яті і мотивації і направляє в сторону домінуючих обставин. Наприклад, кожна ігрова команда раптом змінює вже сформовану обрану тактику в залежності від створення обставин, виникаючих при дії супротивників.

Співвідношення між обставинною аферентацією, пам'яттю і мотивацією будуються за принципом домінанти (А.А. Ухтомський, 1925). У кожному конкретному випадку домінує збудження, яке виникає на основі домінантної мотивації або обставинної аферентації. Це можна спостерігати на такому прикладі: якщо мотивація збудження надто сильна, то гравець, не зважаючи на обставини, сам намагається завершити атаку. Якщо обставинна інформація адекватна, то йому вдається завершити рухові дії. А якщо, все ж таки, обставинна ситуація є домінуючою, то необхідно змінити рухові дії і віддати пас партнеру. Частіше перемагає домінуюча мотивація, — самому завершити атаку.

Одним з вагомих компонентів аферентного синтезу є **пускова аферентація**. Її значення полягає у тому, що спеціальні подразники руйнують так звану передпускову інтеграцію, яка збудована на основі сукупного збудження мотивації, обставинної інформації і пам'яті. Згідно П.К.Анохіну пускові подразники призводять цілеспрямовану діяльність до визначеного місця і часу. Крім того, сам фактор часу може виступати як пускова інформація. На нашу думку, сигналом пускової інформації (як вище наведено у прикладі) може бути домінуюче мотиваційне збудження або домінуюче обставинне збудження.

Таким чином, стадія аферентного синтезу, згідно теорії П.К. Анохіна, включає такі компоненти:

1) домінуючу мотивацію, яка утворюється у спортсмена на основі психологічного усвідомлення головної мети рухової дії;

2) пам'ять, яка обумовлена генетичним і індивідуальним досвідом протягом тривалого часу тренувальної і спортивної діяльності;

3) обставинна аферентація, сприйняття якої може стати у спортсменів пусковим сигналом;

4) пускова аферентація, яка утворюється збудженням пускових подразників (умовних).

Найвагоміше значення на стадії аферентного синтезу має домінуюча мотивація. Мотиваційне збудження обумовлюється загальною потребою рухової дії і виступає як головний початковий фактор, який на основі вихідних активаційних впливів підкоркових утворень здійснює вибіркоче збудження коркових елементів. Кожна мотивація будується специфічно, тобто, коли по своєму хімічному метаболізму підкоркові центри можуть визвати активаційний вплив на відповідні центри кори головного мозку. А це призводить до того, що за допомогою мотиваційних впливів людина вибирає тільки спеціальні подразники для досягнення поставленої мети. Наприклад, футболіст веде м'яч, обводить супротивників, які різними прийомами хочуть зупинити його (удари по ногах, затримання за футболку), але він ніяк не реагує на ці подразнення і тільки прагне завершити намічену цільову рухову програму. Тільки після задоволення рухової потреби спортсмен може виконувати більш значні, по біологічній значимості, рухові акти. Наприклад, футболіст для нанесення завершального удару перш за все повинен обіграти декількох супротивників, наблизитись до воріт, а потім нанести завершальний удар. Таким чином, на стадії аферентного синтезу вирішується питання: що робити (на основі співставлення внутрішніх мотиваційних і зовнішніх обставинних подразників), і як робити (на основі рухової пам'яті), і коли робити (на основі дії спеціальних пускових подразників).

Прийняття рішення

Стадія аферентного синтезу завершується наступною стадією — прийняття рішення. Ця стадія відіграє важливу роль у формуванні цілеспрямованої діяльності.

ваної рухової діяльності людини. На стадії аферентного синтезу спостерігається динамічна взаємодія чотирьох компонентів за принципом їх домінуючих відношень, що спричиняє обмеження рухових дій. Таке обмеження визначається домінуючими соціальними факторами (виграти двоборство, зробити точну передачу, тощо). У відповідності до домінуючої мотивації і обставинної аферентації вибирається тільки одна конкретна рухова дія. Навколишнє середовище теж вносить корекції до механізму прийняття рішення (зауваження тренера, підбадьорювання болільників, тощо). Прийняття рішення зміни рухових дій викликає і цілеспрямовану зміну фізіологічних функцій, які забезпечують цю змінену рухову діяльність. Наприклад, на стадії прийняття рішення футболіст змінює рухову дію і виконує якийсь збільшений об'єм рухів (замість передачі м'яча робить обманний фінт і обіграє захисника, і робить прискорення приблизно на 10 метрів), то це, у свою чергу, збільшує активність анаеробних метаболічних процесів.

Таким чином, прийняття рішення спрямовує людину на подолання домінуючої мотивації, тобто, до формування мети.

Акцептор результату дій

В системі управління рухових дій людини існує спеціальний апарат, який на основі зворотної інформації про результат руху формує нову поведінкову реакцію, яка зветься акцептором результату дій. Механізмом цієї нової поведінкової реакції є процес співставлення результату рухових дій із запрограмованою програмою. На основі оцінки фізичних, хімічних і біологічних якостей прогнозується майбутній результат, який обов'язково задовольнить домінуючу потребу.

Як видно з теорії функціональних систем П.К.Анохіна, основою акцептора результатів дій є складові аферентного синтезу: мотивація, пам'ять, обставинна і пускова аферентація.

Акцептор результату дій утворюється у центральній нервовій системі тільки тоді, коли прийнято рішення про визначені рухові дії. Під час його існування здійснюється оцінка і корекція результатів рухових дій у відповідності до мотиваційно запрограмованої дії. На основі цієї інформації формується випереджаюче програмування рухових дій, які задовольняють необхідний кінцевий результат.

З часів утворення теорії функціональних систем накопичено значний експериментальний матеріал, який вказує на наявність у ЦНС механізму результату дій (Г.Ц. Агаян, 1979; А.І. Шуміліна з співав., 1978, 1982; Ю.М. Макаренко, 1980; К.В. Судаков, 1984, 1987).

Авторами доведено, що в умовах автоматизації рухових навичок у відповідь на екстрені зміни

руху у людини з'являється орієнтовно-дослідницька поведінкова реакція, яка виникає на підставі невідповідності зворотної інформації про реальне виконання руху із запрограмованою програмою дії.

Наявність акцептора результату дії в цілеспрямованій руховій діяльності людини чітко виявляє методика сюрпризів. Вона полягає в тому, що в процесі формування рухових навичок, якщо людина виконує однотипні рухові дії і в однакових умовах, то у неї формуються адекватні відповідні дії. Надання їй миттєво змінних умов викликає реакцію «розладнання узгодженості». Ця орієнтовно-дослідницька поведінка може проявлятися у вигляді негативної емоційної реакції. Тобто поряд з прогнозуванням результату дії у акцептора результату дії формуються емоційні реакції і засоби досягнення необхідного результату. Фактично метод «сюрпризів» пов'язано з утворенням різноманітних екстремальних ситуацій для екстраполяції різних рухових навичок для адекватного вирішення рухових задач.

В спортивній діяльності застосовують виконання технічних елементів у різних умовах при різній інтенсивності. Змінні умови утворюють таку форму організації акцептора результату дії, у якій прогнозується не тільки параметри руху. Але і його напрямок пересування.

Наприклад, досягнення високого результату у стрільбі по руховим мішеням залежить від здібності точного передбачення напрямку і появи мішені. Результативність футбольних і гандбольних воротарів залежить від прогнозування напрямку кидка або удару м'яча.

Акцептор результату дії уявляє собою розгалужену динамічну організацію, яка функціонально об'єднує різні відділи мозку в горизонтальному і вертикальному напрямках. Таке широке представництво акцептора результату дії пояснюється тим, що досягнення необхідного корисного кінцевого результату дії пов'язано з фізичними, хімічними і біологічними властивостями багатьох відділів мозку, які у сукупності створюють необхідну адаптаційну реакцію.

Таким чином, інформація про досягнення необхідного результату руху надходить до відповідних структур мозку генералізовано через різні сенсорні канали: тактильний, зоровий, слуховий, температурний, пропріоцептивний, вестибулярний. Завдяки такому широкому представництву, в акцепторі результатів дії відбувається зустріч випереджаючих збуджень з реально виникаючими під час виконання рухових актів.

Підсумовуючи аналіз ролі механізму акцептора результату дії, видно, що ця функціональна структура об'єднує процеси збудження, які надходять від різних органів і систем, порівнює їх з реальною інформацією від рухових дій, створюючи випереджаючу інформацію передбачення для

досягнення необхідного кінцевого результату. Досягнення необхідного кінцевого результату завжди відбувається поетапно — від отримання зворотної інформації про параметри проміжного результату до кінцевого, який забезпечує рішення необхідної рухової задачі. На практиці це виглядає так, — чим більший арсенал рухових дій має спортсмен, тим більше він може екстраполювати і успішніше досягати необхідного корисного кінцевого результату.

Механізми еферентного синтезу рухових реакцій людини

Згідно теорії функціональних систем П.К. Анохіна, стадія формування акцептора результату дії послідовно змінюється формуванням самої цілеспрямованої дії, яку сам автор назвав «стадією еферентного синтезу». Сутність цієї стадії полягає в узгодженій мультипараметричній взаємодії соматичних, вегетативних і гуморальних компонентів для досягнення кінцевого корисного результату дії. Розглянемо окремо участь цих трьох компонентів у формуванні кінцевої рухової дії.

Під час стресового напруження, особливо рухової діяльності. Відбуваються складні гормональні перебудови. Самі гуморальні фактори характеризуються інертністю. При фізичних навантаженнях мобілізація серцево-судинної системи посилюється, щоб забезпечити м'язи енергетичними речовинами і киснем. Посилення процесів метаболізму при фізичних навантаженнях здійснюється завдяки додатковому викиду катехоламінів у кров (К.С. Судаков, 1983).

Соматичним компонентом еферентного синтезу є рухові дії, які умовно підрозділяються на **позні** і **локальні**. Взагалі, всі рухи є локомоторними актами, під час яких здійснюється пересування тіла у просторі. Локомоторні рухи можуть здійснюватися за рахунок ніг (біг, ходьба, велоспорт, ковзанярський спорт, тощо), окремо, як за рахунок рук (гребля), так і за рахунок ніг і рук (лижні гонки). Локальні рухові акти характеризуються переміщенням частин тіла відносно одна одної.

Деякі види локомоції відбуваються за рахунок підтримання визначеного положення тіла, яка має переважне значення (стрибок, політ). Для утримання визначеного положення тіла (пози) важливе місце має тонічне скорочення м'язів шийно тонічні рефлексів. Таким чином, поза складає основу, на якій будуються різні рухи. При пересуванні на кінцівках, коли загальний центр ваги знаходиться високо над опорою (фігурне катання, біг, велоспорт), велике значення для утримання рівноваги має врахування балістичних і інерційних сил. Це передбачає відповідні рухи, а також контроль за їх виконанням.

На утримання рівноваги впливають перерозподіл крові, екскурсія грудної клітини, перероз-

поділ хімусу у кишечнику, коливання голови, тощо.

Вегетативні системи мають інтегративний характер забезпечення рухових дій. У людини перебудова дихання, діяльності серця, а також пози відбувається таким чином, щоб забезпечити необхідний результат. Наприклад, у стрільків постріл здійснюється при утриманні визначеної пози, при затриманні дихання на фазі вдиху. У штангістів поштовх штанги відбувається при напруженні тому, що найбільші показники силових актів відбуваються при такому стані.

Інтенсивність змін вегетативних реакцій залежить від рухових дій. Так, при ходьбі споживання кисню збільшується до 0,5—1 л/хв., а під час бігу до 1,5—2,0 л/хв.. Ці рухові дії значно змінюють активність системи дихання і кровообігу та складу крові.

Рухова діяльність має постійну зміну, у відповідності до якої змінюються і всі компоненти еферентного синтезу. Вегетативні органи працюють за принципом мультипараметричної гомостатичної саморегуляції, тобто із підвищенням гомеостазу змінюється і активність вегетативних функцій. Це можна спостерігати під час передстартового стану, коли на основі пам'яті мобілізується гуморальний (гормональний) вегетативний компонент (система дихання, кровопостачання).

Під час рухової діяльності еферентний синтез розгортається після деякого часу після початку рухової діяльності, оскільки посилена м'язова активність викликає зміни гомеостазу. В спортивній діяльності цей період характеризується процесом впрацювання, коли в організмі людини протягом 3—5 хвилин встановлюється узгодженість між соматичними (руховими), вегетативними (киснево транспортною системою) і гуморальними (гормональними) компонентами.

По мірі встановлення рівноваги (стійкий стан) між соматичними і вегетативними компонентами спостерігається послідовне їх включення до появи стабілізації в діяльності всіх систем. Поява випереджаючих компонентів вегетативних систем у забезпеченні рухової діяльності свідчить про їх взаємодію з вищими відділами головного мозку (К.В. Судаков, 1987).

Випереджаючі вегетативні реакції являють собою продукт інтегративної діяльності головного мозку. Наприклад, у спринтера спостерігається випереджаюча зміна дихання, пульсу, кровообігу, тощо.

Стадія еферентного синтезу має чітку послідовність (К.В. Судаков, 1987), в якій розглядається два періоди: а) підготовка до рухової діяльності; б) безпосереднє виконання команд.

Підготовка до рухової діяльності здійснюється за рахунок збудження лобних відділів кори великих півкуль. У цьому процесі ведуча роль належить критичним полям передньої частини лоб-

ного відділу кори мозку. Вони здійснюють корекцію рухів сумісно з мозочком, тому що мають морфологічний зв'язок (McGeer P.H. et al., 1980).

На етапі підготовки до рухової діяльності лобні відділи кори мозку здійснюють настройку сенсорних каналів на сприймання подразнень, які мають надійти від майбутніх рухів.

Безпосереднє виконання команд здійснюється за допомогою сенсомоторної області кори мозку, а також базальними і передніми ядрами таламуса (Р. Граніт, 1981). Ефекторна коркова регуляція всіх рухових актів здійснюється через регуляцію аферентного потоку імпульсів на відповідному сегментарному відділі спинного мозку. Точність довільних рухів досягається за рахунок цілого ряду співвідношень коркових і спинальних рівнів центральної нервової системи.

Контроль і корекція виконання програми рухових актів є завершальною фазою архітектоніки управління рухами для досягнення необхідно корисного результату.

Зворотна інформація про результат руху з'являється з моменту утворення так званого еферентного інтегралу, тобто з початку руху. Ця зворотна аферентація надходить через різні сенсорні канали. Зорова і вестибулярна сенсорна інформація забезпечує грубу орієнтацію організму людини у просторі. Точні рухи контролюються пропріоцептивною інформацією, яка надходить від рецепторів м'язів, сухожилів, зв'язок.

Прості фрагментарні рухові акти забезпечуються зворотною аферентацією, яка надходить до вставочних моторних нейронів на сегментарному рівні спинного мозку.

Складні координовані рухи, які включають послідовне скорочення окремих м'язів (акробатичні і легкоатлетичні стрибки, метання, різні іг-

рові дії) потребують значно ширшої аферентації м'язово-суглобової, зорової, вестибулярної, тактильної сенсорних систем. А також контролю з боку супраспинальних структур — ретикулярних, таламічних, базальних ядер, мозочка. Ці види аферентації забезпечують контроль досягнення етапних результатів.

У випадку помилкових рухів, коли виконання їх не відповідає етапному акцептору результату дії, виникає орієнтовно-дослідницька реакція. Виникаюча аферентна імпульсація досягає вищих відділів головного мозку, там усвідомлюється і корегує рухи (McCloskey D., 1983). Рухи виконуються до тих пір. Поки не буде досягнута необхідний результат.

Таким чином, еферентний синтез є така стадія цілеспрямованої поведінки, під час якої на основі аферентного синтезу і прийняття рішення утворюється визначена взаємодія вегетативних, соматичних і гуморальних компонентів для досягнення необхідного результату. Еферентний синтез здійснюється поетапно і включає раніше заготовлену програму (еферентний інтеграл), а також «підгонку» одних компонентів відносно інших.

Література

1. *Судаков К.В.* Общая теория функциональных систем. — М.: Медицина, 1984. — С. 30, 41, 72, 190—191.
2. *Судаков К.В.* Функциональные системы организма. — М.: Медицина, 1987. — С.192—200.
3. *McGeer P.H., McGeer E.G.* The control of movement by the brain. — Trends Neurosci., 1980. — Vol. 3. — № 11, P. III—IV.
4. *Гранит Р.* Основы регуляции движений. — М.: Мир, 1973. — 287 с.
5. *McCloskey D.I.* Kinesthesia, kinesthetic perception. In G. Adelman (Ed.), Encyclopedia of neuroscience. — Boston: Birkhauser, 1987. — V. 1. — P. 548—551.