

УПРАВЛІННЯ І КОРИГУВАННЯ НАПРЯМКУ РУХУ У СЛІПИХ ТА УЧНІВ ЗІ ЗБЕРЕЖЕНИМ ЗОРОМ

У статті досліджені механізми управління рухами та особливості використання різних сенсорних систем сліпими та учнями зі збереженим зором під час виконання циклічних вправ. Автор шляхом блокування аналізаторів експериментально визначив можливості тих чи інших сенсорних каналів у наданні руховому відділку інформації для коригування напрямку руху, а також дослідив особливості формування рухових вмінь та навичок у сліпих учнів.

Ключові слова: управління, напрямок руху, коригування, сенсорні системи, сліпі.

Постановка проблеми та аналіз основних досліджень і публікацій. Дослідження механізмів управління руховими діями та функціонування сенсорних систем для забезпечення напрямку і корекції рухів, особливо у циклічних локомоціях, має важливе значення для навчання сліпих дітей навичками орієнтування під час ходьби, бігу та виконання фізичних вправ.

Проблемою управління руховими діями займалися відомі вчені: М. А. Бернштейн, П. К. Анохін, Л.В. Чаїдзе, Д.Д. Донської, В.І. Лях та інші [1, 2, 3, 4, 6, 10]. Згідно теорії М. А. Бернштейна [2], кожний рух є цілеспрямованою дією, що керується у взаємодії зі зовнішнім середовищем, уявляючи собою не ланцюг деталей, а цілісну структуру, що диференціюється на велику кількість елементів з великою різноманітністю форм взаємодії між ними.

П. К. Анохін [1], основою управління рухами вважає циклічність, коли кожна рухова дія повинна закінчуватись зворотною аферентацією, тобто наданням інформації про результати виконаної частини вправи, а організм у відповідь на надану інформацію виконує коригуючі дії у відповідності до мети вправи. При цьому управлінська функціональна система постійно спів ставляє одержаний результат зі сенсорним образом виконуємої вправи з дуже великою швидкістю, що дозволяє вчасно вносити корективи і досягати виконання вправи на високому рівні ефективності.

Л.В.Чаїдзе [10], розглядає управління руховими діями як складний кільцевий процес, що складається із зовнішнього і внутрішнього кільця, що будуються на зовнішній (пов'язане з діяльністю свідомості) і внутрішній (пов'язане з м'язовими синергіями) аферентації. Координація рухів вимагає перетворення м'язової периферії в керовану систему і обумовлена наявністю системи рефлексів з обов'язковою участю управляючого механізму, що само програмується.

Д.Д. Донської [4], розглядає управління рухами у біомеханічному та біологічному аспектах. Перший стосується механічних основ рухів, що неможливі без біологічного управління складною діяльністю м'язів. Численні різновиди ланцюгів тіла людини зі складними з'єднаннями створюють велику кількість взаємодій і утворюючих сил, у тому числі інерційних, пружних, реактивних з мало передбачаємих нелінійними змінами, не кажучи вже про енергетичну діяльність м'язів, що накопичують, перетворюють і розсіюють механічну енергію. Біологічний аспект пов'язаний з багаторівневим управлінням великої кількості ланцюгів тіла людини з їх численними взаємодіями та блочною системою побудови рухів, що виділяються в залежності від зміни зовнішніх та внутрішніх умов діяльності, при цьому зберігається підпорядкованість різних блоків загальній цілі дії.

В.І. Лях [6], довів, що відповідно до кожного руху формується власна система управління. Якщо ці системи управління будуються на однакових ведучих і фонових рівнях управління рухами, тобто мають подібні за метою і програмуванням блоки, виконавчі компоненти, руховий склад, координаційну структуру, то між рухами є позитивний перенос, що значно полегшує засвоєння рухової навички виконання нової вправи.

Керування руховими діями та особливості створення рухових навичок у сліпих досліджував І.Р. Тиновський [9], який довів, що залучення збережених сенсорних систем – в першу чергу тактильної (при умові надання дистантних орієнтирів), дозволяє цієї категорії інвалідів визначати напрямки пересування.

Обґрунтування методик формування рухових вмінь та навичок у сліпих учнів, особливо під час виконанні складних вправ, неможливо без знання можливостей тих чи інших сенсорних систем ефективно забезпечувати зворотну аферентацію про напрямок руху, його амплітудні, часові, частотні та інші характеристики, що потребує вивчення і проведення спеціальних досліджень у цьому напрямку.

Мета дослідження. Дослідити механізми управління і коригування напрямку руху із залученням неушкоджених або незаблокованих сенсорних аналізаторів;

Завдання: 1) шляхом блокування аналізаторів експериментально визначити можливості тих чи інших сенсорних каналів у наданні руховому аналізатору інформації для коригування напрямку руху;

2) розробити схему управління і коригування напрямку руху із залученням неушкоджених або незаблокованих сенсорних аналізаторів.

Методика дослідження. Для виконання поставлених завдань було проведено дослідження двох груп учнів молодших класів. Першу групу склали 16 сліпих учнів (2-4 класи) Київської загальноосвітньої школи-інтернату № 5 для сліпих дітей ім. Я.П. Батюка, другу групу – 16 учнів (2-3 класи) зі збереженим зором Київської загальноосвітньої школи № 46.

З метою визначення можливостей орієнтування і корекції напрямку руху з використанням тих чи інших сенсорних систем ми застосували почергове блокування зору, слуху шляхом використання обмежуючих засобів, або навпаки – надали засіб (еластичний фал) для здійснення тактильних аферентних рецепторів кисті. У якості циклічної вправи була використана ходьба по 10-метровій прямій лінії, що була позначена фарбою в спортивній залі з дерев'яним покриттям з визначенням відхилення напрямку ходьби кожного учня обох груп на фініші прямої в см. Дані та різниця між усіма спробами були оброблені математичними методами з визначенням імовірності статистичної похибки за t -критерієм Ст'юдента.

Кожний учень робив шість спроб: перша – без обмежуючих засобів або надання додаткових сенсорних сигналів; друга – зі світло непроникнувою пов'язкою на очах і обличчі для ізолювання світлових сигналів; третя – теж саме, але додатково на відстані 9 м праворуч від центру прямої лінії грав гучномовець; четверта – теж саме, але гучномовець встановлено на відстані 1 м від фінішу, якщо подовжити пряму лінію; п'ята – та ж пов'язка, але додатково для ізолювання звукових сигналів у вуха дітей вставлені м'які аптечні беруші; шоста – без обмежуючих засобів, але додатково праворуч, на відстані 30 см від прямої, встановлено фал, що надавав можливість дітям одержувати тактильні сигнали правою рукою. Усі спроби виконувались учнями без попередніх тренувань.

Обговорення результатів дослідження Руховими діями під час виконання фізичних вправ керує руховий відділок, який сприймає від сенсорних центрів на різних рівнях периферійної та центральної нервової систем команди про виконання тієї чи іншої вправи або дії. Нами представлена схема управління руховими діями у дещо спрощеному вигляді (рис. 1).

Руховий відділок, використовуючи блоки пам'яті та "руховий образ" вправи, напрацьований алгоритм виконання рухових вмінь та навичок, надає в певній послідовності команди тим чи іншим м'язам для виконання вправи. При цьому він постійно через сенсорні центри одержує зворотну інформацію, тобто сигнали про хід і якість виконання вправи: а) від робочого органу – діючих м'язів через кінестезичний аналізатор; б) від кінестезичного аналізатора, яку він збирає від багатьох численних рецепторів внутрішнього середовища, у тому числі від центру рівноваги, вестибулярного апарату, сухожилок, м'язів, тканин та зв'язок суглобів тощо; в) від зорового, слухового, тактильного, а в деяких випадках і аналізаторів нюху та смаку, що одержують інформацію як від подразників внутрішнього, так і зовнішнього середовища (щодо аналізаторів нюху та смаку, то можливий варіант знаходження напрямку пересування у лісі на різкий запах, наприклад вогнища, а орієнтиром напрямку плавання вночі може слугувати смак води у місці вливання прісної річки у солоне море).

Чим вище розташований сенсорний центр на щаблях центральної та периферичної нервових систем, тим більш складні вправи він обслуговує. На нижчому рівні виконуються прості безумовно-рефлекторні рухи, в яких команда м'язам до скорочення передається руховим еферентним нейроном автоматично, ще до аналізу центром інтеграції і узгодження сенсорних сигналів та руховим відділком. Цей простий безумовно-рефлекторний рух виконується миттєво, наприклад у випадку опіку або уколу гострим предметом. Більш складні умовно-рефлекторні рухи керуються на рівні сенсорного центру периферійної нервової системи і, зокрема спинного мозку.

Рухи з підтримки м'язового тону, пози, ходьби, бігу та інших циклічних вправ, що добре засвоєні виконавцями, управляються на рівні нижніх відділків головного мозку і, зокрема мозочку та базальних ядер. Такі рухи виконуються на підсвідомому рівні, автоматично. Якщо по ходу виконання цих рухів необхідно вносити якісь корективи у зв'язку зі змінами умов їх виконання, тоді до управління таких ускладнених рухів можуть залучатись відповідні відділки кори головного мозку, таламус, що входять до центральної нервової системи [11]. Нові складні рухи управляються на рівні кори головного мозку і таламуса, але після тривалого тренування і напрацювання та засвоєння відповідних рухових навичок ці рухи також можуть виконуватись автоматично.

У центральній та периферичній нервових системах, що мають декілька рівнів (виділяють п'ять і більшу кількість рівнів), відбувається найбільш детальна обробка інформації, її синтез, який обумовлює подальше виконання вправи і який відповідно до вчення П.К. Анохіна має назву аферентного синтезу. На даному етапі також вирішується що, як і коли робити, перевіряється наявність попереднього досвіду (пам'яті), рухових образів, напрацьованих алгоритмів рухових вмінь та навичок виконання вправи. При цьому, управління руховими діями може будуватися як шляхом прямого програмного керування з використанням центральних моторних програм, так і з використанням зворотної аферентації, що

дозволяє здійснювати безперервний контроль і коригування вправи. Для багатьох видів рухів управління може здійснюватись одночасно двома шляхами з використанням обох типів еферентних нейронів [3, 5].

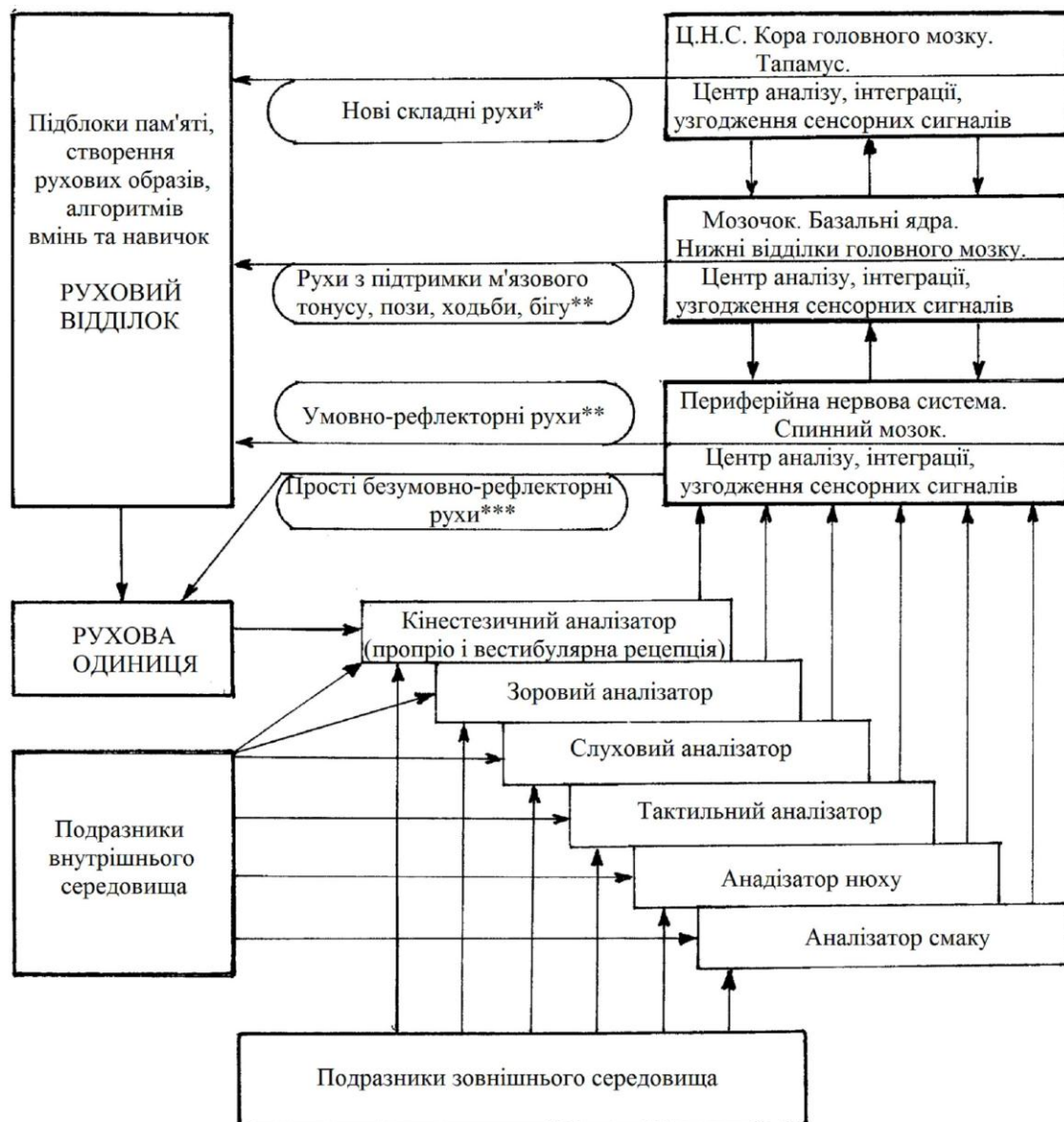


Рис 1. Управління і коригування рухових дій з використанням різних сенсорних аналізаторів і рівнів аналізу сенсорної інформації

* виконуються під контролем свідомості; ** виконуються на підсвідомому рівні, автоматично; *** виконуються миттєво, тому що команда м'язам до дії автоматично передається еферентним руховим нейроном з великою швидкістю, ще до обробки аферентної інформації центром аналізу сенсорних сигналів та руховим відділком

Від сенсорних центрів інформація надходить у руховий відділок і потім далі в робочий орган, що виконує рухову дію (за принципом умовно-рефлекторного кільця, що розглядається Н.А. Бернштейном і П.К. Анохіним як відкрита система зі зворотним зв'язком). Якщо сигнали каналу зворотного зв'язку не підтверджують відповідність виконуємої дії запланованим цілям, дія коригується до одержання точного рухового акту.

Найбільш повну і точну інформацію для орієнтування напрямку руху при виконанні циклічних локомоцій надає зоровий аналізатор, що було продемонстровано в першій спробі, коли зрячі учні користувались своїм зором, їх якість корекції напрямку руху була зафіксована на високому рівні – усього $1,6 \pm 1,1$ см відхилення від прямої лінії на 10-метровому відрізку ходьби, тоді як під час виконання другої спроби, в якій їх зоровий аналізатор було заблоковано, зафіксовано вже $103,2 \pm 66,9$ см відхилення від прямої. Необхідно відмітити, що зоровий аналізатор надає інформацію не тільки для коригування напрямку пересування, а і про загальне становище на шляху людини, тобто наявність якихось перешкод, або загроз, тоді як можливості інших аналізаторів в цьому плані обмежені.

У сліпих руховий відділок під керівництвом нижніх відділків головного мозку і передусім мозочка, базальних ядер, цілком спроможний виконувати як окремі фази, так і цілісну ходьбу і біг, але для корекції напрямку пересування відсутність сигналів ушкодженого зорового аналізатора значно погіршує можливості орієнтування навіть на короткій десятиметровій дистанції у спортивній залі. Це було підтверджено якістю орієнтування сліпих учнів у ході виконання першої ($122,7 \pm 72,9$ см), та другої спроби ($109,9 \pm 64,2$ см відхилення від прямої). Різниця між цими двома результатами та результатом зрячих учнів при виконанні другої спроби зі заблокованим зоровим аналізатором була незначна, тобто в межах статистичної похибки.

Частина інформації для визначення напрямку руху у сліпих надає слуховий аналізатор, який сканує звуковий фон навкруги і відстежує щонайслабші сигнали для орієнтування. У п'ятій спробі ми заблокували на додачу до зорового і слуховий канал інформації, що відразу погіршило якість орієнтування в обох групах досліджуваних – різниця у результатах між другою і п'ятою спробою була статистично достовірною ($p < 0,05$) і для групи сліпих склала $61,5$ см, а для групи зрячих – $51,6$ см).

Якщо ж цілеспрямовано надавати прямий звуковий орієнтир на фініші напрямку руху (четверта спроба – зоровий аналізатор заблоковано), то відразу слуховий аналізатор перебирає на себе функції надання корекційних сигналів для рухового відділку у системі зворотного зв'язку, що значно поліпшило якість орієнтування в обох групах досліджуваних – $20,4 \pm 16,5$ см для сліпих та $49,3 \pm 88,2$ см відхилення від прямої для зрячих дітей, що значно краще ніж у їх п'ятій спробі, де були заблоковані як зоровий так і слуховий канали інформації.

Використання непрямого звукового орієнтиру (зоровий аналізатор заблоковано), який ми використали у третій спробі, спровокувало погіршення орієнтування учнів обох груп, причому це погіршення було більш значним у групі зрячих учнів – $318,6 \pm 161,0$ см проти $159,7 \pm 114,0$ см відхилення від прямої у сліпих дітей, що можна пояснити їх звичкою обходитись без зорового аналізатору і наявністю хоч якогось попереднього досвіду використання звукових орієнтирів у порівнянні зі зрячими дітьми, але цей досвід вочевидь мав інші параметри за відстанню, характером звукових сигналів (мова вчителя або товаришів, а не музикальна передача), тощо, тому наш непрямий звуковий орієнтир, на нашу думку, зіграв роль дезорганізуючого та відволікаючого фактору для сліпих дітей.

У шостій спробі ми надали можливість тактильному аналізатору одержувати сигнали від рецепторів шкіри на кінчиках пальців правої руки, які постійно торкались до натягнутого фалу. Якщо на якість орієнтування учнів зі збереженим зором додаткове надання тактильного каналу інформації не мало впливу, так як зоровий аналізатор самостійно справлявся з функцією надання допомоги руховому відділку у коригуванні напрямку руху, то у сліпих тактильні сигнали надали можливість руховому відділку достатньо точно підтримувати напрямок руху вздовж 10-метрової лінії – $6,6 \pm 4,3$ см відхилення. І хоча такий результат було досягнуто завдяки штучно створеним умовам, все ж наш приклад демонструє, що можливості тактильного каналу інформації досить значні (одержаний результат був кращим з усіх спроб, що були виконані сліпими учнями), і в певних умовах може забезпечити виконання сліпими циклічних вправ – у вправах з ходьбою, бігом чи плаванням [7, 8].

Результати точності додержання напрямку ходьби показали обмежені можливості сліпих учнів по причині ушкодження зорового аналізатора, але при умові надання сліпим додаткових орієнтирів з використанням збережених сенсорних систем вони достатньо ефективно можуть виконувати фізичні вправи, при цьому методика навчання цього контингенту інвалідів повинна мати свої особливості і відмінності.

Для створення рухового вміння, а згодом і навички, необхідне попереднє пояснення вчителя техніки рухів, умов і особливостей їх виконання зі створенням уявлення про фізичну вправу на рівні другої сигнальної системи, після чого починають розучування вправи по елементам шляхом багаторазового повторення. Ця фаза створення рухової навички як і усі наступні неможливі без зворотного зв'язку і надходження сигналів від діючих м'язів, кінестезичного аналізатору, зорового, слухового, тактильного аналізаторів, що допомагають уточнити або відтворити ти чи інші параметри фізичної вправи, що розучується.

У сліпих при виконанні складних вправ одного пояснення нюансів руху недостатньо, необхідно не тільки розбити вправу на більш дрібні елементи, а і примусово-направляючим способом показати як її виконувати, тобто вчитель чи тренер бере своїми руками кінцівку або тулуб учня, направляє в необхідну сторону і імітує елемент зі всіма необхідними часовими і амплітудними параметрами. Потім учень повторює елемент чи частину вправи з фізичною допомогою вчителя до тих пір, поки елемент не буде виконано, спочатку зі супроводом вчителя, а потім і самостійно. Розглянемо механізми утворення навички таким примусово-направляючим способом. Перші спроби виконуються під управлінням рухового та за участю зорового і тактильного аналізаторів вчителя. При цьому значну роль відіграє друга сигнальна система учня, яка осмислює роз'яснення вчителя і на їх основі допомагає руховому відділку учня запам'ятати виконуємий елемент, тобто за допомогою під блоку м'язової пам'яті рухового відділку і кінестезичного аналізатора та за участі інших аналізаторів створити руховий образ елемента, а потім і всієї вправи в цілому. Шляхом багатократних повторів окремих елементів, а потім і цілісної вправи створюється алгоритм виконання рухової дії на рівні вміння. Цей рівень вимагає постійного контролю рухового відділку, кінестезичного та інших аналізаторів учня за участі його другої сигнальної системи, а відсутність зорового аналізатора в деякій мірі компенсується контролем з боку вчителя. Лише після того,

як виконання вправи доведено до автоматизму і не вимагає сторонньої допомоги, ми можемо говорити про створення рухової навички. У більшості вправ сліпі досягають виконання навички у стандартних або полегшених, або штучно створених умовах, тому що досягнення рівня варіативної навички, де постійно можуть змінюватись умови виконання вправи, практично недосяжна для цієї категорії людей з обмеженими можливостями.

Висновки. 1. Управління і коригування напрямку руху під час ходьби із залученням сенсорної інформації виконується на рівні нижніх відділків головного мозку і, зокрема мозочку та базальних ядер на підсвідомому рівні, автоматично. Якщо по ходу виконання цих рухів необхідно вносити якісь корективи у зв'язку зі змінами умов їх виконання, тоді до управління таких ускладнених рухів можуть залучатись відповідні відділки кори головного мозку, таламус, що входять до центральної нервової системи. Нові складні рухи управляються сенсорним центром на рівні кори головного мозку і таламуса, але після тривалого тренування і напрацювання та засвоєння відповідних рухових навичок ці рухи також можуть виконуватись автоматично.

2. У сліпих руховий відділок спроможний виконувати як окремі фази, так і цілісну ходьбу і біг, але для корекції напрямку пересування відсутність сигналів ушкодженого зорового аналізатора значно погіршує можливості орієнтування навіть на короткій десятиметровій дистанції у спортивній залі.

Залучення тактильної інформації, (а в деяких ациклічних вправах звукової) надає можливість руховому відділку достатньо точно підтримувати напрямок руху, що в певних умовах може забезпечити виконання сліпими циклічних вправ.

3. У сліпих при засвоєнні складних вправ одного пояснення нюансів руху недостатньо, необхідно не тільки розбити вправу на більш дрібні елементи, а і примусово-направляючим способом показати як її виконувати. Шляхом багатократних повторів окремих елементів, а потім і цілісної вправи створюється алгоритм виконання рухової дії на рівні вміння. Цей рівень вимагає постійного контролю рухового відділку, кінестезичного та інших сенсорних аналізаторів учня за участі його свідомості та другої сигнальної системи. Лише після того, як виконання вправи доведено до автоматизму і не вимагає сторонньої допомоги, ми можемо говорити про створення рухової навички. У більшості вправ сліпі досягають виконання навички у стандартних або полегшених, або штучно створених умовах, тому що досягнення рівня варіативної навички, де постійно можуть змінюватись умови виконання вправи, практично недосяжна для цієї категорії людей з обмеженими можливостями.

Використані джерела

1. Анохин К.П. Очерки физиологии функциональных систем / К.П. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 447 с.
2. Бернштейн Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. – М.: Медгиз, 1947. – 255 с.
3. Данилова Н.Н. Психофизиология / Н.Н. Данилова // М.: Аспект Пресс, 2001 – 373 с.
4. Донской Д.Д. Теория строения действий / Д.Д. Донской // Теория и практика физической культуры. М. – 1991 – № 3. – С. – 9-13.
5. Жиденко А.А. Психофизиологические основы управления движением / А.А. Жиденко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Випуск 102. Том.І – Чернігів: ЧНПУ, 2012. – С. 168-172.
6. Лях В.И. Взаимоотношения координационных способностей и двигательных навыков: теоретический аспект / В.И. Лях // Теория и практика физической культуры. – 1991 – № 3. – С. 31-35.
7. Пат. 50007 У Україна МПК А63В 23/04 А61Н 1/00. Пристрій для орієнтування незрячих при занятті бігом / Вихляев Ю. М.; заявник Вихляев Ю. М., патентовласник Вихляев Ю. М. – № 2009 10798; заявл. 26.10.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10.
8. Пат. 64548 У Україна МПК А63В 26/00 А61Н 1/00. Пристрій для орієнтування сліпих плавців "струна" / Вихляев Ю. М.; заявник Вихляев Ю. М., патентовласник Вихляев Ю. М. – № 2011 104761; заявл. 18.04.2011; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
9. Тиновский И.Р. Особенности формирования двигательного навыка у детей с глубоким нарушением зрения / И.Р. Тиновский // Спецшкола. – 1969 Вып. I (133). – С. 71-76.
10. Чхаидзе Л.В. Об управлении движениями человека / Л. В. Чхаидзе // Физкультура и спорт, 1970. – 136 с.
11. Уилмор Д. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Д. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл // Олимпийская литература. – 1997. – С. 53-58.

Vykhliaev Y.M.

CONTROL AND CORRECTION OF THE DIRECTION OF MOVEMENT IN THE BLIND AND PUPILS WITH PRESERVED VISION

The article investigates the mechanisms of control of movements, and especially the use of different sensory systems of blind and sighted pupils with preserved during the execution of the cyclic exercise. Author experimentally identified opportunities sensory channels to provide our own motor information to correct the direction of walk by blocking analyzers, and the characteristics of formation of motor skills in blind learners.

Keywords: control, direction of movement, correction, sensor systems, blind.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2013 р.