

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОМЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ СТАН ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТІВ

В статті представлено результати дослідження з визначення залежності між показниками просторових характеристик постави, біомеханічних властивостей м'язів і амплітудно-частотних характеристик коливань загального центру мас тіла хлопчиків 16 років, виділено фактори, які визначають стан постави.

In clause the findings of investigation on definition of dependence between parameters of the regional characteristics of bearing, biomechanical properties of muscles and voltage-frequency characteristics of oscillations of the common center of masses of a body of the boys 16 years represented, the factors are discharged which determine a state of bearing.

Постановка проблеми. Найбільш важливою і найбільш специфічною для людини є вертикальне положення тіла. Специфічність цієї пози визначається насамперед біомеханічними факторами – багатоструктурністю і рухливістю кістяка, малою площею опори, високим розташуванням центру ваги. При вертикальній позі стійке положення тіла зберігається не тільки за рахунок суглобово-зв'язкового апарату хребта, але і, головним чином, за рахунок роботи м'язів, які випрямляють хребет. Одночасно з цим виявлена напруга і підвищена електрична активність підвздошно-поперекових м'язів, які діють як згиначі хребта. Сумарна напруга м'язів, які утримують тіло людини у вертикальному положенні, досить велика.

Однак, зберігаючи загальні звичні властивості для людини, постава може змінюватися під впливом різних факторів [1, 3].

Таким чином, вивчення факторів, які визначають просторове розташування хребта, його відділів, особливостей формування постави, впливу на них занять фізичною культурою і спортом, є на всіх етапах вікового розвитку людини, особливо в дитячому і підлітковому, актуальною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є складовою частиною наукової програми кафедри педагогіки, психології та методики фізичного виховання, кафедри біологічних основ фізичного виховання, кафедри спорту та спортивних ігор Чернігівського державного педагогічного університету імені

Т.Г.Шевченка. Дослідження проводилися відповідно до Зведеного плану науково-дослідної роботи на 2001-2005 рр. Державного комітету України з питань фізичної культури і спорту за темою 2.1. „Теоретико-методичні основи фізичного виховання”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Статика людини характеризується вертикальним положенням тіла в просторі, визначаючи його поставу. Поставою прийнято називати звичну позу людини, яка знаходиться в ортоградному положенні, яку вона приймає без зайвої м'язової напруги [1, 2, 4].

Нормальна постава характеризується симетричним розташуванням частин тіла відносно хребта. При такій поставі положення тіла найбільш стійке, вертикальна поза зберігається при найменшій м'язовій активності, тому що направляюча сили ваги проходить через осі колінних і гомілковостопних суглобів, залишаючись у межах площі опори, утвореної стопами [1]. Кожна зміна пози людини викликає переміщення центрів маси окремих частин тіла і переміщення центру ваги тіла в цілому. Щоб проєкція центру ваги тіла не виходила за площину опори, численні м'язи працюють тонічними скороченнями, повертаючи його в середнє положення і необхідне також збереження рухомих частин тіла у визначеному положенні [4].

Аналіз літературних джерел дозволяє констатувати той факт, що хребет людини є біомеханічно важливою, системоутворюючою ланкою кістяка. Його анатомо-фізіологічні і біомеханічні властивості в значній мірі впливають на формування постави і стан здоров'я людини. Однак у літературі відсутні відомості про формування просторової організації хребта людини щодо вектора гравітації.

Формулювання цілей статті. На основі факторного аналізу встановити залежності між показниками просторових характеристик постави, біомеханічних властивостей м'язів і амплітудно-частотних характеристик загального центру мас тіла хлопчиків 16 років і виділити фактори, що визначають стан постави.

Результати досліджень

Для проведення факторного аналізу використовувалися дані просторових характеристик постави, біомеханічних властивостей м'язів і амплітудно-частотних характеристик загального центру мас тіла хлопчиків 16 років (кореляційна матриця включала 18 показників).

Факторний аналіз дозволив виділити 7 факторів, які визначають стан постави (табл. 1). Вони склали 80,57% від загальної дисперсії.

Таблиця 1

Факторна структура стану постави хлопчиків 16 років

	Показники	Фактор I	Фактор II	Фактор III	Фактор IV	Фактор V	Фактор VI	Фактор VII
1	α_1	0,308	-0,078	0,112	0,424	0,723	-0,057	-0,146
2	α_2	-0,025	-0,064	-0,794	0,265	0,276	0,112	0,036
3	α_3	0,249	0,136	-0,020	0,194	0,838	-0,127	-0,035
4	α_4	0,200	0,046	0,062	0,395	-0,655	-0,212	-0,306
5	α_5	0,434	-0,039	0,606	0,411	0,146	0,243	0,038
6	α_6	-0,117	0,697	-0,028	-0,090	0,214	0,130	-0,152
7	l_1	-0,229	-0,266	0,094	0,854	-0,046	0,003	-0,034
8	l_2	0,101	-0,109	0,031	0,910	0,066	-0,006	-0,001
9	l_3	0,112	0,003	-0,274	0,862	0,290	-0,010	-0,172
10	F.m.trapezius	0,113	0,786	-0,232	-0,159	-0,239	0,297	0,087
11	F.m.erector spinae	-0,564	0,186	0,227	0,185	0,036	0,121	0,510
12	F.m.gluteus	-0,614	0,575	0,208	-0,195	0,010	0,011	0,019
13	F.m.biceps femoris	-0,062	0,490	-0,376	0,081	0,148	-0,210	0,424

	Показники	Фактор I	Фактор II	Фактор III	Фактор IV	Фактор V	Фактор VI	Фактор VII
14	F.m.gastrocnemius	-0,007	0,091	0,000	0,207	0,034	-0,095	-0,923
15	Асп.У	0,103	0,663	0,291	-0,198	-0,091	-0,485	0,056
16	фсп.У	0,828	0,096	0,046	-0,004	0,286	0,026	0,011
17	Асп.Х	-0,288	-0,119	0,786	0,094	0,258	0,067	0,054
18	фсп.Х	0,011	0,151	0,086	-0,034	-0,051	0,913	0,099
	Вклад факторів в загальну дисперсію вибірки, %	22,50	13,04	11,81	10,71	9,23	7,51	5,76

Перший фактор (22,50 % від загальної дисперсії вибірки) має високу позитивну кореляцію з показником частоти коливань ЗЦМ у сагітальній площині ($r=0,828$), з показниками тону м'язів, які випрямляють хребет і великим сідничним має негативну кореляцію ($r=-0,614$, $r=-0,564$ відповідно), з показниками кутів нахилу голови $\alpha_1 - r=0,308$ і $\alpha_5 - r=0,434$. Цей фактор був інтерпретований нами як фактор «статичних рефлексів».

Другий фактор (13,04 % від загальної дисперсії вибірки) має найбільші факторні вклади за показниками пружно-в'язких властивостей трапецієподібного м'яза, сідничного і двоголового м'яза стегна (відповідно $r=0,786$, $r=0,575$, $r=0,490$), відзначаються також значимі факторні вклади за показниками кута нахилу тулуба $r=0,697$ і амплітуди коливань загального центру мас тіла в сагітальній площині $r=0,663$. Цей фактор можна інтерпретувати як фактор «нервово-м'язової координації при випрямленні тулуба».

Третій, четвертий і п'ятий фактори (відповідно 11,81 %, 10,71 і 9,23 % від загальної дисперсії вибірки) з огляду на те, що вони виявляють значну кореляційну залежність з показниками просторового розташування ланок тіла людини щодо вектора гравітації (лінійні від $r=0,910$ до $r=0,862$; кутові від $r=0,838$ до $r=0,606$), у сукупності інтерпретуються як фактор «геометричних показників».

Шостий фактор (7,51 % від загальної дисперсії вибірки) визначений як фактор «латеральної стійкості», де відзначається висока позитивна кореляція з показником частоти коливань загального центру мас тіла у фронтальній площині ($r=0,913$).

Сьомий фактор (5,76 % від загальної дисперсії вибірки) – фактор «опорних властивостей нижніх кінцівок», де відзначається високий негативний взаємозв'язок з показником тону литкового м'яза ($r=-0,923$).

Аналіз вищенаведених даних дає підставу стверджувати, що між характеристиками просторового розташування основних біоланок тіла людини у положенні стоячи, а також біомеханічними властивостями кістякових м'язів і амплітудно-частотних характеристик коливань ЗЦМ тіла людини існують значні кореляційні взаємозв'язки, ми можемо знайти їх між цими показниками. Представимо ці залежності у вигляді лінійних рівнянь регресії другого порядку, що мають наступний вигляд:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^{17} a_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^{17} b_i \cdot x_i^2 \quad (1)$$

де Y – певна біомеханічна властивість м'яза (залежна перемінна); $x_1, \dots, x_{17}$ – незалежні між собою перемінні (наприклад характеристики просторового розташування тіла людини в стійці), від яких залежить ця біомеханічна властивість м'яза; $a_0, \dots, a_{17}, b_1, \dots, b_{17}$ – коефіцієнти при перемінних.

Таким чином, ми одержуємо рівняння для моделювання біомеханічних властивостей м'язів, які беруть участь у регуляції вертикальної пози тіла людини за показниками характеристик просторового розташування тіла людини в стійці. Показники тону кістякових м'язів були прийняті за функцію (Y), а перераховані просторові показники (лінійні і кутові) як аргументи (X).

Наприклад, для того, щоб визначити тонус трапецієподібного м'яза дівчинки 7 років необхідні значення просторових параметрів розташування її тіла у вертикальній позі (припустимо, ці значення наступні: $\alpha_1 = 19,13^\circ$; $\alpha_2 = 0,93^\circ$; $\alpha_3 = 14,17^\circ$; $\alpha_4 = 74,80^\circ$; $\alpha_5 = 85,93^\circ$; $\alpha_6 = 2,53^\circ$; $l_1 = 19,89$ мм; $l_2 = 31,82$ мм; $l_3 = 13,07$ мм) і зробити обчислення за вказаною формулою, а саме: $F = -497,827 - 0,797386 \cdot 19,13 + 22,2639 \cdot 0,93 + 6,66104 \cdot 14,17 + 7,20694 \cdot 74,80 - 1,87574 \cdot 85,93 + 13,2791 \cdot 2,53 - 2,51024 \cdot 19,89 + 2,25575 \cdot 31,82 + 3,58559 \cdot 13,07 = 82$. Виходячи з цього, зазначимо, що тонус трапецієподібного м'яза 7-літньої дівчинки дорівнює 82,22 у.о.

Виходячи з цього, для визначення кутів нахилу голови і тулуба (α_1 , α_6), як елементів факторної структури постави людини, нами були отримані наступні рівняння для 16 літніх хлопчиків. Показники цих кутів були прийняті за функцію (Y), а перераховані показники тонуку кістякових м'язів і амплітудно-частотних характеристик коливань ЗЦМ тіла як аргументи (X).

$$Y_{(\alpha_1)} = -8,7325 - 0,438 \cdot F_1 + 0,07281 \cdot F_2 + 0,05443 \cdot F_3 + 0,22342 \cdot F_4 + 0,21049 \cdot F_5 - 1,792 \cdot \text{Аср.}Y + 5,41044 \cdot \text{фср.}Y + 0,70252 \cdot \text{Аср.}X + 0,34597 \cdot \text{фср.}X \quad (2)$$

$$Y_{(\alpha_6)} = -88,032 + 0,64834 \cdot F_1 - 0,131 \cdot F_2 + 0,08402 \cdot F_3 + 0,22934 \cdot F_4 + 0,09899 \cdot F_5 - 0,5084 \cdot \text{Аср.}Y + 0,12328 \cdot \text{фср.}Y + 4,07569 \cdot \text{Аср.}X - 0,4549 \cdot \text{фср.}X \quad (3)$$

де F_1 – тонус трапецієподібного м'яза; F_2 – тонус м., що випрямляє хребет; F_3 – тонус великого сідничного м.; F_4 – тонус двоголового м'яза стегна; F_5 – тонус литкового м'яза; $\text{Аср.}Y$ – амплітуда коливань ЗЦМ у сагітальній площині; $\text{фср.}Y$ – частота коливань ЗЦМ у сагітальній площині; $\text{Аср.}X$ – амплітуда коливань ЗЦМ у фронтальній площині; $\text{фср.}X$ – частота коливань ЗЦМ у фронтальній площині.

Висновки. Викладені дані дають підставу стверджувати, що між характеристиками просторового розташування основних біоланок тіла людини, а також біомеханічними властивостями кістякових м'язів і амплітудно-частотних характеристик коливань ЗЦМ тіла людини існують значні кореляційні взаємозв'язки. Виявлені взаємозв'язки представлені у вигляді лінійних рівнянь регресії другого порядку, в результаті чого отримані рівняння для моделювання біомеханічних властивостей м'язів, які беруть участь у регуляції вертикальної пози тіла людини за показниками характеристик просторового розташування тіла людини в ортоградній позі.

Перспективи подальших досліджень. Подальшого дослідження потребують проблеми використання побудованих моделей в якості об'єктивних критеріїв педагогічного контролю розробленої методики і засобів корекції постави людини з урахуванням можливостей спрямованого впливу фізичних вправ на процес формування просторового положення хребта людини.

Література

- 1 Бенсбаа А. Формування постави школярів засобами фізичного виховання: Автореф. дис... канд. наук з фіз. вих. та сп.: 24.00.02 / Рівненський держ. гуманіт. ун-т. – Рівне, 2001. – 23 с.
- 2 Бретз К. Устойчивость равновесия тела: Дис... д-ра пед. наук. — К., 1997.
- 3 Земсков Е.А. О формировании осанки и походки у человека // Физическая культура, воспитание, образование, тренировка. — 1997. — №1. — С. 52 — 57.
- 4 Лапунин А.Н., Кашуба В.А. Формирование массы и динамика гравитационных взаимодействий тела человека в онтогенезе. — К.: Знання, 1999. — 202 с.

Надійшла до редакції 20.05.2004 р.