

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ БІОМЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК М'ЯЗІВ,
ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ОРТОГРАДНУ ПОЗУ ТІЛА ЛЮДИНИ

М.О. Носко

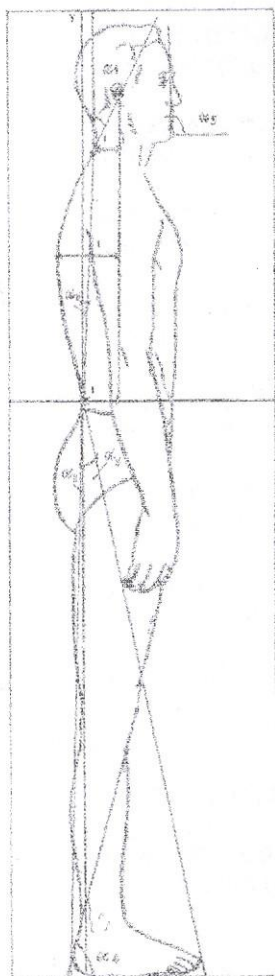
Аналіз результатів попередніх досліджень дає підставу стверджувати, що між кутowymi характеристиками просторового розташування тіла людини в положенні стоячи і біомеханічними властивостями м'язів, що визначають ортоградну позу, існують значні кореляційні взаємозв'язки. Ми можемо знайти залежність між цими показниками.

Представимо ці залежності у вигляді лінійних рівнянь регресії другого порядку, що мають наступний вигляд:

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

де Y – визначена біомеханічна властивість м'яза (залежна перемінна); $x_1, \dots, x_{17}$ – незалежні між собою перемінні (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, що представлені в табл. 1. У таблиці використані наступні позначення характеристик просторового розташування тіла людини у вертикальній стійці: α_1 – кут, утворений вертикаллю й лінією, що з'єднує остистий відросток шийного хребця (C_7) і отвір вушної раковини; α_2 – задній кут стійкості; α_3 – передній кут стійкості; α_4 – кут, утворений горизонталлю й лінією, що з'єднує п'ятку і найбільш виступаючу точку коліна; α_5 – кут, утворений горизонталлю і лінією, що з'єднує найбільш виступаючі точки чола і підборіддя; α_6 – кут, утворений вертикаллю й лінією, що з'єднує остистий відросток шийного хребця (C_7) і остистий відросток поперекового хребця ($L5$) (див. рис.).



Наприклад, щоб визначити індекс жорсткості правого трапецієподібного м'яза випробуваного, необхідні значення просторових параметрів розташування його тіла у вертикальній позі (припустимо, ці значення наступні: $\alpha_1 = 31,0^\circ$; $\alpha_2 = 2,5^\circ$; $\alpha_3 = 13,75^\circ$; $\alpha_4 = 72,0^\circ$; $\alpha_5 = 89,5^\circ$; $\alpha_6 = 3,5^\circ$; $l_1 = 51,0$ мм; $l_2 = 97,4$ мм; $l_3 = 63,0$ мм) і зробити обчислення по зазначеній формулі, а саме: $IF = -8,516378828 - 0,16271026 \cdot \alpha_1 + 2,403345369 \cdot \alpha_2 - 0,101659216 \cdot \alpha_3 + 0,061582182 \cdot \alpha_4 + 0,004925797 \cdot \alpha_5 + 0,053431365 \cdot \alpha_6 + 0,028249299 \cdot l_1 - 0,011926548 \cdot l_2 + 0,069598167 \cdot l_3 = 0,78$ у.о.

Таким чином, встановлено, що індекс жорсткості правого трапецієподібного м'яза випробуваного дорівнює 0,78 у.о.

Результати досліджень підтверджують той факт, що гравітаційне поле Землі закономірно впливає на формування осьового скелету людини, як в онтогенезі, так і при заняттях фізичними вправами різної біомеханічної спрямованості.

Отримані кореляційні залежності між параметрами просторового розташування тіла людини у вертикальній позі і біомеханічними характеристиками кістякових м'язів, що приймають участь у її формуванні, дали можливість побудувати математичні моделі у вигляді лінійних рівнянь регресії для визначення біомеханічних властивостей цих м'язів за значеннями просторових параметрів ортоградної пози людини.

Побудовані моделі використовуються надалі як об'єктивні критерії педагогічного контролю розробленої методики і засобів корекції постави людини з урахуванням можливостей спрямованого впливу фізичних вправ на процес формування просторового положення хребта людини.

Таблиця I

Моделі біомеханічних характеристик м'язів,
що беруть участь у формуванні ортоградної пози тіла людини

Назва м'яза		Біомеханічна властивість	Рівняння моделі
трапецієподібний м'яз	правий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF = -8,516378828 \cdot 0,16271026 \cdot \alpha_1 + 2,403345369 \cdot \alpha_2 - 0,101659216 \cdot \alpha_3 + 0,061582182 \cdot \alpha_4 + 0,004925797 \cdot \alpha_5 + 0,053431365 \cdot \alpha_6 + 0,028249299 \cdot l_1 - 0,011926548 \cdot l_2 + 0,069598167$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ = -9,263356091 + 0,112358241 \cdot \alpha_1 - 0,632159061 \cdot \alpha_2 + 0,15469186 \cdot \alpha_3 + 0,030385195 \cdot \alpha_4 + 0,00581649 \cdot \alpha_5 + 0,644336426 \cdot \alpha_6 - 0,064964994 \cdot l_1 - 0,080173929 \cdot l_2 + 0,092558656 \cdot l_3$
	лівий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF = -5,748429893 - 0,040741462 \cdot \alpha_1 - 0,472187331 \cdot \alpha_2 - 0,013839579 \cdot \alpha_3 + 0,032307307 \cdot \alpha_4 + 0,009627283 \cdot \alpha_5 - 0,47209394 \cdot \alpha_6 + 0,036970118 \cdot l_1 - 0,023009085 \cdot l_2 + 0,122611456 \cdot l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ = 5,074334531 + 0,083420437 \cdot \alpha_1 + 0,155634669 \cdot \alpha_2 - 0,061701101 \cdot \alpha_3 - 0,108023659 \cdot \alpha_4 + 0,030891113 \cdot \alpha_5 + 0,259468985 \cdot \alpha_6 - 0,028548415 \cdot l_1 + 0,006896382 \cdot l_2 - 0,019382345 \cdot l_3$
м'яз, що випрямляє хребет	правий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF = 10,64119392 - 0,169800849 \cdot \alpha_1 + 1,490817361 \cdot \alpha_2 - 0,155197962 \cdot \alpha_3 + 0,029348077 \cdot \alpha_4 + 0,005774988 \cdot \alpha_5 - 0,85588277 \cdot \alpha_6 - 0,013109726 \cdot l_1 - 0,066709212 \cdot l_2 + 0,020525654 \cdot l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ = -3,581170175 + 0,060228969 \cdot \alpha_1 + 0,336023268 \cdot \alpha_2 - 0,024297579 \cdot \alpha_3 - 0,0675463 \cdot \alpha_4 + 0,03481424 \cdot \alpha_5 + 0,219849582 \cdot \alpha_6 - 0,056916267 \cdot l_1 + 0,054857332 \cdot l_2 + 0,013047367 \cdot l_3$
	лівий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF = 1,937293491 + 0,027496074 \cdot \alpha_1 + 0,428496088 \cdot \alpha_2 + 0,005220159 \cdot \alpha_3 - 0,079644819 \cdot \alpha_4 - 0,033433369 \cdot \alpha_5 + 0,693299564 \cdot \alpha_6 - 0,019310297 \cdot l_1 + 0,096944348 \cdot l_2 - 0,088180263 \cdot l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ = 6,539933516 + 0,010016126 \cdot \alpha_1 - 0,181926885 \cdot \alpha_2 + 0,030223133 \cdot \alpha_3 - 0,039192825 \cdot \alpha_4 + 0,008588763 \cdot \alpha_5 - 0,124118897 \cdot \alpha_6 + 0,006237801 \cdot l_1 + 0,032754194 \cdot l_2 - 0,105571372 \cdot l_3$

великий сідничний м'яз	правий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=8,425123925-0,031736195.\alpha_1-0,225473655.\alpha_2-0,047272064.\alpha_3+0,023101524.\alpha_4+0,011255355.\alpha_5-0,89131769.\alpha_6+0,031999468.l_1-0,064385236.l_2-0,009868663.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=10,42421977+0,038716731.\alpha_1-0,077419458.\alpha_2-0,208844432.\alpha_3-0,017291604.\alpha_4-0,02751215.\alpha_5-0,096923522.\alpha_6-0,021416796.l_1+0,006982773.l_2-0,050769063.l_3$
	лівий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=-3,926281089+0,011975748.\alpha_1+0,850803956.\alpha_2-0,130173884.\alpha_3+0,023091729.\alpha_4-0,003928408.\alpha_5-0,007891553.\alpha_6+0,006014142.l_1+0,005775612.l_2+0,028776711.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=-46,84682848+0,063346869.\alpha_1+0,805988547.\alpha_2-0,076106524.\alpha_3+0,150409548.\alpha_4-0,13706936.\alpha_5+2,941044166.\alpha_6+0,106553047.l_1+0,152799913.l_2+0,225689295.l_3-0,050769063.l_3$
двоголовий м'яз стегна	правий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=12,69289346-0,007602915.\alpha_1+0,491546863.\alpha_2+0,105492768.\alpha_3+0,003437663.\alpha_4+0,004469312.\alpha_5-0,924215533.\alpha_6-0,037170614.l_1+0,007376976.l_2-0,168420337.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=-0,760475272+0,021503484.\alpha_1+0,535692133.\alpha_2+0,286443165.\alpha_3+0,065112583.\alpha_4-0,045722125.\alpha_5-0,499043455.\alpha_6+0,006302235.l_1-0,00854278.l_2-0,040749871.l_3$
	лівий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=-2,61982129-0,011680606.\alpha_1+1,161198294.\alpha_2-0,021401237.\alpha_3+0,06341168.\alpha_4+0,008653134.\alpha_5-0,534921801.\alpha_6-0,041840236.l_1+0,018592677.l_2-0,033564466.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=-0,778032422-0,070951005.\alpha_1+0,571220067.\alpha_2-0,02922707.\alpha_3+0,012524847.\alpha_4-0,040991913.\alpha_5+1,054750773.\alpha_6+0,002721247.l_1-0,002279744.l_2+0,033346657.l_3$
литковий	правий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=+4,575862158-0,00478437.\alpha_1+0,144834019.\alpha_2+0,130484519.\alpha_3+0,022789063.\alpha_4-0,027588354.\alpha_5-0,808342577.\alpha_6+0,047230272.l_1-0,027082692.l_2-0,033537908.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=+34,73962081-0,068615945.\alpha_1-0,841916716.\alpha_2+0,287687724.\alpha_3-0,061966803.\alpha_4+0,019487503.\alpha_5-1,345787087.\alpha_6-0,027201365.l_1-0,135062292.l_2-0,182006976.l_3$
	лівий	індекс жорсткості (IF, у.о.)	$IF=+0,814373576+0,011570673.\alpha_1+1,083048229.\alpha_2-0,002722112.\alpha_3+0,006859203.\alpha_4-0,027404406.\alpha_5+0,040745324.\alpha_6-0,009704865.l_1+0,044334959.l_2-0,083091678.l_3$
		індекс демпферності (IQ, у.о.)	$IQ=+8,94783769+0,050856295.\alpha_1-1,35576818.\alpha_2+0,027788395.\alpha_3-0,047619707.\alpha_4+0,024854055.\alpha_5+0,41015946.\alpha_6-0,005297679.l_1-0,006536013.l_2-0,0926783.l_3$

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. Лапутин А.Н. Олимпийскому спорту – высокие технологии. – К.: Знання, 1999. – 164 с.
3. Лапутин А.Н., Архипов А.А., Носко Н.А. Моделирование спортивной техники и видеоконтроль в технической подготовке спортсменов высшей квалификации // Наука в олимпийском спорте (специальный выпуск). – 1999. – С. 102-109.
4. Носко Н.А. Педагогические основы обучения молодежи и взрослых движениям со сложной биомеханической структурой. – К.: Наук. світ, 2000. – 336 с.