

МОДЕЛЬ ГНУЧКОСТІ ПРИ НАХИЛІ ТІЛА ВПЕРЕД

Ігор ЗАНЕВСЬКИЙ, Людмила ЗАНЕВСЬКА

*Львівський державний університет фізичної культури,
м. Львів, Україна*

Постановка проблеми. У спортивній медицині, фізичному вихованні, фізичній реабілітації широко застосовують спосіб вимірювання загальної гнучкості тіла людини при згинанні тулуба вперед, сидячи на підлозі з витягнутими вперед руками [1]. Порівнюють дві пози тіла, в одній з яких потилицю й спину пацієнта притулено до вертикальної стіни, а в іншому – максимально нахилено вперед. Під час тестування тіло досліджуваного має бути симетричним відносно сагітальної площини, а нижні кінцівки випростано вперед й притиснуто до підлоги. Результат тесту – це відстань між положеннями дистальної точки середнього пальця руки в описаних позах (рис. 1).

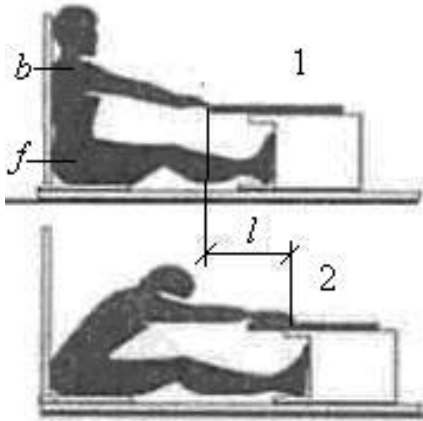


Рис. 1. Схема вимірювання гнучкості тіла людини:
1 – потилиця й спина досліджуваного притулені до вертикальної стіни; 2 – тулуб максимально нахилено вперед; l – результат тесту; b – вісь плечового суглоба; f – вісь кульшового суглоба

Недоліком цього способу є залежність його результату від довжини тулуба пацієнта, що негативно відбивається на валідності тесту. Результат тесту дорівнює величині горизонтальної складової частини переміщення осі плечового суглоба. Гнучкість тіла характеризує

рухомість у суглобах. Оскільки всі суглоби в тілі людини обертові, то переміщення певної точки ланок тіл, що мають різну величину, за однакових кутів переміщень у суглобах, будуть різні (рис. 2). Так, відстань між двома положеннями осі плечового суглоба в описаному тесті (bb') за однакових кутів (α) пропорційна до відстані цієї осі від осі кульшового суглоба (fb).

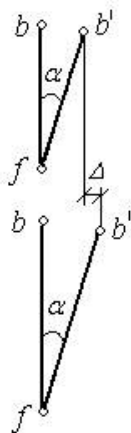


Рис. 2. Схема повороту тулуба відносно осі кульшового суглоба (f): α – кут повороту; Δ – різниця величин горизонтальної складової частини переміщення осі плечового суглоба (b) за різних довжин тулуба; b' – положення осі плечового суглоба в кінці повороту тулуба

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. При оцінюванні гнучкості тіла застосовують одинадцять діапазонів величини результату тесту, границі між якими зведено в табл. 1 [2]. Для прикладу, в табл. 2 подано параметри двох пацієнтів (чоловіків віком 21 рік). Результат тесту першого пацієнта (38 см) належить до четвертого діапазону (36,6–38,1 см), а результат другого пацієнта (33 см) – до шостого діапазону (33,0–34,3 см). Тобто різниця оцінок дорівнює двом діапазнам. Відносна різниця результатів така:

$$\frac{38-33}{38+33} \times 200 = 14,1(\%),$$

а відповідних оцінок – $\frac{2}{11} \times 100 = 18,2(\%)$.

Відносна ж різниця між кутами повороту тулуба (α) дорівнює:

$$\frac{42,7^\circ - 42,4^\circ}{42,7^\circ + 42,4^\circ} \times 200 = 0,9(\%),$$

оскільки $\alpha_1 = \arcsin \frac{38}{56} = 42,7^\circ$; $\alpha_2 = \arcsin \frac{33}{49} = 42,4^\circ$.

Величина відносної різниці між кутами повороту тулуба (0,9%) свідчить про практично однакову гнучкість досліджуваних. Відносні різниці їхніх результатів (14,1%) і оцінок (18,2%) є кількісною мірою суттєвого недоліку у валідності тесту.

Таблиця 1

Границі діапазонів гнучкості, см [2]

Вік, роки					
19–35		36–49		50 і більше	
Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж
43,2	42,4	37,1	41,1	33,8	36,1
40,1	41,1	35,3	38,6	31,2	34,5
38,1	40,1	34,0	36,8	29,2	31,2
36,6	37,6	32,0	34,3	25,9	28,2
34,3	36,8	29,5	32,5	24,6	25,7
33,0	34,8	27,4	31,0	23,6	23,4
29,5	32,0	25,1	27,9	22,4	21,1
23,4	25,7	21,1	24,6	19,8	19,1
20,1	20,6	17,8	21,6	18,3	9,4
17,8	6,6	13,0	5,1	10,2	3,8

Таблиця 2

**Параметри двох пацієнтів,
які проходили тест на загальну гнучкість тіла**

Зріст, см	fb , см	l , см	$tg \alpha$	α°	P
185	56	38	0,679	42,7	68
167	49	33	0,674	42,4	67

Метою дослідження було усунення недоліку у валідності тесту шляхом нівелювання впливу величини відстані між осями плечового й кульшового суглобів на показник гнучкості.

Методи: аналіз та узагальнення даних наукової та методичної літератури, педагогічні спостереження, біомеханічний аналіз, метод математичного моделювання. Застосовано комп'ютерні програми Mathematica та Excel.

Основні результати. Зазначена мета досягається тим, що за показник гнучкості береться відношення відстані між положеннями дистальної точки середнього пальця руки в описаних позах до відстані між осями плечового й кульшового суглобів у тій позі, коли потилицю й спину притулено до вертикальної стіни. Цей показник гнучкості дорівнює синусу кута повороту тулуба:

$$\sin \alpha = \frac{l}{fb}.$$

У прикладі, що розглядається, маємо:

$$\sin \alpha_1 = \frac{38}{56} = 0,679; \quad \sin \alpha_2 = \frac{33}{49} = 0,674.$$

Відносна різниця між величинами показника гнучкості пацієнтів ($\sin \alpha$) дорівнює:

$$\frac{0,679 - 0,674}{0,679 + 0,674} \times 200 = 0,7(\%),$$

що практично збігається з величиною відносної різниці між кутами (0,9%) і свідчить про практично стовідсоткову валідність тесту при застосуванні пропонованого показника гнучкості тіла.

Для зручності використання величина показника гнучкості збільшується у сто разів і заокруглюється до цілого числа:

$$P = \text{round} \left(\frac{100 \times l}{fb} \right).$$

Показник P , поданий у такий спосіб, є часткою результату вимірювання у величині відстані між осями кульшового й плечового

суглобів, записаною з точністю до одного відсотка. У прикладі, що розглядається, це виглядає так:

$$P_1 = \text{round}\left(\frac{100 \times 38}{56}\right) = 68; \quad P_2 = \text{round}\left(\frac{100 \times 33}{49}\right) = 67.$$

При середній будові тіла відстань між осями плечового й кульшового суглобів приймається рівною тридцяти відсоткам довжини тіла для чоловіків і двадцяти дев'яти відсоткам – для жінок [3, 4].

Було виведено шість пар шкал оцінок для чоловіків та жінок віком 19–35, 36–49 та 50 років і вище та визначено параметри відповідних шести пар регресійних моделей, а результати тесту зведено в таблицю. Ширина інтервалів зменшується при рівномірному зростанні параметра гнучкості, оскільки функція є нелінійною. Наприклад, у таблиці оцінок для чоловіків віком 36–49 ширина інтервалів є такою: 2,8; 2,8; 2,7; 2,7; 2,6; 2,6; 2,5; 2,4; 2,2 см.

Логарифмічну функцію було використано з метою отримати більш інтенсивне зростання оцінок для високих результатів тесту, ніж для низьких результатів. Для прикладу, у тієї самої групи чоловіків віком 36–49 років ширина інтервалів оцінок зростає більш інтенсивно: 7,4; 4,4; 3,1; 2,4; 2,0; 1,7; 1,4; 1,3; 1,1 см (див. табл. 1). Розмах ширини інтервалів оцінок став дорівнювати 6,3 см у логарифмічній шкалі порівняно з 0,6 см у лінійній шкалі. Обидві шкали є гладкими функціями на противагу відомим шкалам оцінок.

Загалом, лінійна модель є простішою, зокрема, простішими є рівняння регресії. Лінійну регресію було застосовано як перше наближення для моделювання шкали оцінок. При лінійній шкалі найбільша різниця між шириною інтервалів є меншою від похибки запису результату тесту (півдюйма). Відповідна різниця при логарифмічній шкалі є на порядок більшою. Для оцінювання групи пацієнтів як цілого краще підходить лінійна шкала. У цьому випадку дуже високі оцінки не компенсувати дуже низькі оцінки. Якщо ж метою є індивідуальне оцінювання, доцільно застосувати прогресуючу шкалу, наприклад, логарифмічну (табл. 3).

Шкали оцінок: лінійна/логарифмічна (см)

N	Вік: 19–35		36–49		50 і більше років	
	Ч	Ж	Ч	Ж	Ч	Ж
1	18,9/14,2	16,6/8,8	15,6/11,0	15,0/8,0	12,3/10,1	8,2/2,0
2	22,2/22,2	20,6/19,4	18,4/18,5	18,6/17,8	14,6/16,4	11,8/11,8
3	25,4/26,8	24,6/25,5	21,2/22,8	22,2/23,5	16,8/20,1	15,3/17,5
4	28,5/30,2	28,5/29,9	23,9/25,9	25,7/27,6	19,1/22,8	18,8/21,5
5	31,5/32,7	32,2/33,3	26,6/28,3	29,1/30,7	21,4/24,8	22,3/24,6
6	34,4/34,8	35,7/36,0	29,2/30,3	32,4/33,3	23,6/26,5	25,8/27,2
7	37,1/36,6	39,0/38,4	31,8/31,9	35,5/35,5	25,8/27,9	29,1/29,4
8	39,7/38,2	41,9/40,4	34,3/33,3	38,5/37,4	27,9/29,1	32,3/31,2
9	42,1/39,5	44,6/42,2	36,6/34,6	41,2/39,0	30,0/30,2	35,4/31,2
10	44,3/40,7	46,9/43,8	38,9/35,7	43,7/40,5	32,1/31,1	38,3/34,4

Примітки: Ч – чоловіки, Ж – жінки.

Список Літератури

1. Hoeger W.K. Principles and labs for physical fitness and wellness / W.K. Hoeger.– 3rd. ed.– Morton, 1994. –162 p.
2. Modified Sit and Reach Test [Electronic resource].– Access mode: <http://www.topendsports.com/testing/tests/sit-and-reach-modified.htm>.
3. Kreighbaum E. Biomechanics. A Qualitative Approach for Studying / Kreighbaum E., Barthels K. M. // Human Movement.– 4th ed.– New York : Macmillan Publ. Co., 1996. – 684 p.
4. Average height around the world [Electronic resource].– Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Human_height.