



ВПЛИВ СПАДКОВОСТІ І СЕРЕДОВИЩА У
ФЕНОТИПІЧНОМУ ПРОЯВІ ОСОБЛИВОСТІ
КОНСТИТУЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ В
СИСТЕМІ СПОРТИВНОГО ВІДБОРУ

Чекмарьова Наталія, Олійник Роман, Хаджинов Валерій
Національна металургійна академія України
Чернігівський державний педагогічний університет ім. Т. Г. Шевченка

Анотація

В статье определено состояние проблемы по данной тематике. Проведен анализ последних исследований и публикаций. Представлены результаты экспериментального исследования влияния наследственности и среды в фенотипическом проявлении формирования жировой ткани у монозиготных и дизиготных близнецов в возрасте 13-17 лет. Приведены наиболее информативные показатели конституции (жирового компонента) тела человека, которые можно использовать для прогноза спортивной одаренности в системе спортивного отбора. Представлены перспективы дальнейших исследований в данной проблематике.

Ключевые слова: генетика, кожно-жировые складки, монозиготные близнецы, дизиготные близнецы, спортивный отбор.

Annotation

The current article analyzes the publications on the stated problem. With the research, it determines the hereditary and environmental factors in the phenotypic expression of fatty tissue formation with monozygotic twins and dizygotic twins of 13-17 age group. We report with the most informative characteristics of the human body with regard to the fat constituent. These data are to be applied for sport ability prognosis within the system of sport selection. The perspectives of the further research on this problem are also given.

Key words: Genetics, Skinfolds and Fatty Tissue, Monozygotic Twins, Dizygotic Twins, Sport Selection.

Постановка проблеми.

В останній час в спортивній науці і практиці відзначилося поглиблене вивчення проблеми спортивного відбору, розширення теоретико-методологічних та організаційно-управлінських положень відбору та орієнтації спортсменів, визначені шляхи їх реалізації [18]. В наукову розробку проблеми спортивного відбору великий вклад внесли дослідження відомих науковців [1, 4, 7, 8]. Спортивний відбір має соціальні, етичні та педагогічні аспекти і спрямований на з'ясування здібностей до занять певним видом спорту. На відміну від професійного відбору, де фахівці мають справу зі сформованими дорослими людьми, у спорті прогноз необхідно здійснювати переважно у підлітковому або юнацькому віці, що набагато складніше [14].

Тривалий час проблему відбору вивчала переважно спортивна педагогіка. Сьогодні фахівці все більшої уваги надають вивченню морфологічних, фізіологічних і генетичних маркерів, знання про які у сукупності з педагогічними аспектами відбору дають змогу суттєво підвищити надійність прогнозу щодо здібностей особи



уже в юнацькому віці [17].

Сьогодні генетика спорту має найбільш перспективні підходи відбору дітей до занять спортом на ранніх етапах їх спортивної діяльності. На думку науковців, спробу вирішити проблему прогнозу у спортивній науці й практиці можливо з використанням комплексу різних педагогічних та медико-біологічних критеріїв та методів [11]. Для вирішення проблеми індивідуального прогнозу розвитку морфологічних показників, рухових здібностей і функціональних ознак людини перспективним напрямком є використання генетичних маркерів [10, 14].

На сьогоднішній день відомо вже чимало різних за природою маркерів.

До генетичних маркерів, котрі жорстко обумовлені в розвитку і не змінюються протягом життя, можна віднести: групи крові, особливості будови і радужної оболонки ока, дерматогліфіку рук, тотальні та антропометричні розміри тіла, генетику складу тіла людини та ін. Інформація про генетичну обумовленість певної ознаки є прогностичним інформативним критерієм в системі спортивного відбору. Але, щоб прогноз був надійним, необхідно виявити морфогенетичні маркери та з'ясувати їх прогностичну цінність для конкретного виду змагальної діяльності [12, 17]. Тому в нашій роботі ми розглянемо генетику складу тіла людини, а саме, визначимо вплив спадковості та середовища у фенотипічному прояві формування жирової тканини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спортивні досягнення у значній мірі визначаються морфологічним статусом людини. В генетичних дослідженнях встановлено, що формування поздовжніх морфологічних розмірів тіла людини знаходиться під контролем спадкових факторів [10].

Сергієнком Л. П. [16] розроблена ієрархічна система прогностичної значимості морфологічних ознак людини в системі спортивного відбору, були отримані дані щодо системи індивідуального прогнозу до спортивної діяльності людини за її морфологічними показниками [2, 3]. Визначалися особливості впливу зовнішніх факторів (а саме спортивного тренування) на формування жирової тканини жінки в період I зрілого віку [8]. Відомі дані про особливості будови руки жінок загальної популяції і кваліфікованих спортсменок [13, 15, 20]. Проте особливості конституції тіла людини, які зумовлені ступенем розвитку жирового та безжирового компонентів (так званої активної маси) у монозиготних і дизиготних близнюків української популяції не визначалися.

Мета роботи. Визначити вірогідність впливу спадковості та середовища у фенотипічному прояві особливості конституції тіла людини для вдосконалення системи спортивного відбору.

Завдання роботи.

1. Аналіз та узагальнення науково-методичної літератури з питань оцінки генетики розвитку складу тіла людини.

2. Визначити вплив спадковості і середовища у фенотипічному прояві формування жирової тканини у монозиготних і дизиготних близнюків.

3. Визначити інформативність різних показників жирового компоненту тіла людини в системі генетичного прогнозу спортивної обдарованості для системи спортивного відбору.

Методика. В дослідженнях приймали участь близнюки в віці 13-17 років. Співвідношення пар монозиготних (МЗ) і дизиготних (ДЗ) близнюків хлопців і дівчат було відносно подібним (у хлопців у дослідженнях брала участь 51 пара МЗ близнюків і 44 пари ДЗ близнюків, а у дівчат – 31 пара

МЗ близнюків і 35 пар ДЗ близнюків). Одним із найбільш вживаних в дослідженнях зі спортивної генетики є близнюковий метод. Близнюки відрізняються від звичних дітей тієї самої популяції тим, що постнатальні середовищні впливи (життя, виховання) для членів МЗ і ДЗ пар є однаковими. Зіставлення внутрішньопарної схожості у МЗ і ДЗ близнюків дає змогу визначати відносну роль генотипу і середовища в детермінації розвитку ознаки, що вивчається. Якщо ознака контролюється генотипом, то подібність МЗ близнюків повинна значно перевищувати подібність дизиготних близнюків. У тому випадку, коли внутрішньопарні розбіжності МЗ і ДЗ близнюків схожі, чи навіть схожість ДЗ близнюків більша, ніж МЗ, тоді робиться інтерпретація про переважний вплив середовищних факторів в розвитку ознаки, що вивчається. Конкордантність (схожість) близнюків визначалася за двома коефіцієнтами (Хольцінгера і Фішера). Така технологія статистичної обробки матеріалу дає можливість одержати достовірне уявлення про тенденцію розвитку досліджуваної ознаки [9].

Технологія вимірювання шкіряно-жирових складок описана J.E. Graves et al. [19]. Вимірювання проводилося наступним чином: захоплювалася двома пальцями лівої руки складка шкіри і відтягувалася на себе не більш як на 1 см, не викликаючи болювого відчуття у випробуваного і фіксувалася товщина складки.

1. Вимірювання шкіряно-жирової складки тіла трицепса. Випробуваному пропонують вільно тримати руку. Складка захоплювалася вертикально на середній лінії руки, над трьохголовим м'язом, ближче до внутрішнього краю.

2. Вимірювання шкіряно-жирової складки біцепса. Складка захоплювалася вертикально з передньої поверхні руки на рівні



**Конкордантність товщини різних шкіряно-жирових складок
у МЗ і ДЗ близнюків хлопців у віці 13-17 років**

Шкіряно-жирова складка	Близнюки	Статистичні показники						
		\bar{x}	d	σ^2	H ²	F	f	p
тріцепса, мм	МЗ	7,25	0,57	0,76	0,702	3,36	51	<0,001
	ДЗ	6,67	1,30	2,57				
біцепса, мм	МЗ	5,48	0,49	0,60	0,796	4,90	51	<0,001
	ДЗ	5,10	1,34	2,93				
під лопаткою, мм	МЗ	5,74	0,69	0,84	0,731	3,72	51	<0,001
	ДЗ	5,34	1,23	3,14				
над клубовою кісткою, мм	МЗ	6,30	0,55	0,61	0,752	4,04	51	<0,001
	ДЗ	6,07	1,32	2,45				
литки, мм	МЗ	6,74	0,61	0,92	0,789	4,74	51	<0,001
	ДЗ	5,18	1,36	4,36				
Сумарна товщина п'яти шкіряно-жирових складок, мм	МЗ	31,50	2,00	6,68	0,843	6,39	51	<0,001
	ДЗ	28,36	5,45	42,64				

найбільшого підвищення м'яза.

3. Вимірювання шкіряно-жирової складки під лопаткою. Складка бралася під лопаткою під кутом 45° від вертикалі з кутом нахилу до латеральної сторони спини. Вимірювання відбувалося з правої сторони тулуба.

4. Вимірювання шкіряно-жирової складки над клубовою кісткою. Складка захоплювалася на 5–7 см вище акроміального кінця клубової кістки по діагоналі під кутом 45° до вертикалі з правої сторони.

5. Вимірювання внутрішньої шкіряно-жирової литкової складки. Складка захоплювалася вертикально на медіальній (внутрішній) стороні правої ноги на рівні максимального обхвату гомілки.

Всі результати п'яти шкіряно-жирових складок вимірювалися у міліметрах. Математична обробка експериментальних даних проводилася у відповідності до рекомендацій фахівців, що наведені в спеціальній літературі з математичної статистики [5, 6]. Визначалися: \bar{X} – середнє значення; d – середня внутрішньопарна різниця; σ^2 – середня внутрішньопарна дисперсія; H² – коефі-

цієнт спадковості Хольцінгера; F – коефіцієнт спадковості Фішера; f – число ступенів свободи; p – рівень достовірності відмінностей.

У близнюкових дослідженнях силу впливу спадковості в розвитку досліджуваної ознаки визначали за коефіцієнтом Хольцінгера (H²). Коефіцієнт розраховувався за формулою:

$$H^2 = \sigma_{AC}^2 - \sigma_{IC}^2 / \sigma_{AC}^2$$

де σ_{IC}^2 – середня внутрішньопарна дисперсія, розрахована для МЗ близнюків;

σ_{AC}^2 – середня внутрішньопарна дисперсія, розрахована для ДЗ близнюків.

Паралельно із коефіцієнтом Хольцінгера розраховувався також критерій F – Фішера за формулою:

$$F = \sigma_{AC}^2 / \sigma_{IC}^2$$

Одержана величина критерію F порівнювалася з граничними значеннями для обраного рівня значущості (p<0,05 і 0,01) та при числовому значенні ступенів свободи f1=n1-1 в числівнику та f2=n2-1 в знаменнику: n1 – число пар ДЗ близнюків; n2 – число пар МЗ близнюків. За мінімального рівня значущості не вище 5% (p<0,05) має місце генетич-

ний ефект. Якщо F знаходилось на рівні значущості p<0,01, ми вважали, що на розвиток ознаки спадкові фактори мають значний вплив.

Результати дослідження та їх обговорення. Морфологічний статус людини багато у чому визначає її функціональні можливості, від яких залежить схильність до різних видів рухової діяльності. Представники різних видів спорту відзначаються не тільки тотальними розмірами та пропорціями тіла, а й співвідношенням компонентів тіла [16]. Давно стало очевидним, що спортивний відбір потрібно проводити не тільки за руховими здібностями, а і за морфологічними особливостями дітей і підлітків. Тому таку помітну роль відіграє система знань про спадковість формування розмірів і конституції людини. До компонентів складу тіла можна віднести масу та щільність тіла, активну та жирову тканину. В цій роботі ми будемо визначати вплив спадковості і середовища у фенотипічному прояві формування жирової тканини тіла людини методом близнюкових досліджень. До жирових складок від-



**Конкордантність товщини різних шкіряно-жирових складок
у МЗ і ДЗ близнюків дівчат у віці 13–17 років**

Шкіряно-жирова складка	Близнюки	Статистичні показники						
		\bar{x}	d	σ^2	H ²	F	f	p
тріцепса, мм	МЗ	9,26	0,42	0,39	0,766	4,28	31 35	<0,001
	ДЗ	6,06	1,09	1,66				
біцепса, мм	МЗ	6,63	0,39	0,42	0,527	2,11	31 35	<0,001
	ДЗ	4,59	0,71	0,89				
під лопаткою, мм	МЗ	7,24	0,35	0,35	0,741	3,87	31 35	<0,001
	ДЗ	4,77	1,37	1,37				
над клубовою кісткою, мм	МЗ	7,06	0,35	0,32	0,566	2,30	31 35	<0,001
	ДЗ	4,09	0,63	0,74				
литки, мм	МЗ	8,27	0,52	0,55	0,600	2,50	31 35	<0,001
	ДЗ	6,03	0,86	1,37				
Сумарна товщина п'яти шкіряно-жирових складок, мм	МЗ	38,47	1,39	3,52	0,802	5,07	31 35	<0,001
	ДЗ	25,53	3,46	17,74				

носяться: складки під лопаткою, вище триголового м'яза плеча, на підборідді, вище двоголового м'яза плеча, на передпліччі, на грудях, над латеральним виростом стегнової кістки, на животі, над коліном, на гоміліці. Так, за даними попередніх досліджень, [21] визначався різний ступінь впливу спадкових та середовищних факторів на топографію жирової тканини дівчат і хлопців віком 9-15 років. У дівчат знайдені значні впливи спадковості при формуванні таких жирових складок: на підборідді, над голівкою стегнової кістки та на животі ($H^2=0,831-0,873$; $F=5,91-7,88$ при $p < 0,01$). Інші жирові складки дівчат зазнають значних змін під впливом факторів середовища. У хлопців же розвиток більшої частини жирових складок перебуває під контролем спадкових факторів. Зокрема, це такі жирові складки: під лопаткою, на підборідді, на грудях, над голівкою стегнової кістки, над коліном ($H^2=0,779-0,888$; $F=4,53-7,63$ при $p < 0,01$).

Загалом же, попередні дослідники дійшли висновку, що жирова тканина тулуба, на відміну від

жирової тканини верхніх кінцівок, більшою мірою зумовлюється генетично. Так, узагальнюючи інші дослідження за темою нашої роботи, можна зробити висновок в тому, що товщина жирової клітковини зумовлена генетичними факторами, тобто виявлена значна варіація впливу генотипічних факторів.

Наведемо результати наших власних досліджень щодо генетичних особливостей формування топографії жирової тканини у хлопців і дівчат, які відображені в табл. 1 і 2.

Аналізуючи дані, відмітимо, що товщина шкіряно-жирових складок в основному більша у дівчат-близнюків, ніж у хлопців-близнюків. Серед дітей обох статей ДЗ близнюки мали менший компонент жирової тканини, ніж МЗ близнюки.

Коефіцієнт спадковості Хольцінгера був значним: від 0,702 до 0,796 у хлопців і від 0,527 до 0,766 у дівчат. Критерій Фішера мав значення у хлопців від 3,36 до 4,90 (при $p < 0,001$ у всіх випадках), у дівчат від 2,11 до 4,28 (при $p < 0,01 - 0,001$). Це свідчило про тенденцію значного впливу спад-

кових факторів у формуванні жирового компоненту тіла людини у віці 13–17 років.

Коефіцієнти спадковості для показників сумарної товщини п'яти шкіряно-жирових складок були дещо вищі, ніж знайдені для окремих шкіряно-жирових складок. Відповідна закономірність подібна як у хлопців, так і у дівчат. Це наводить на думку, що узагальнююча морфологічна ознака тіла людини більш генетично контрольована в розвитку, ніж її окремі складові.

Коефіцієнти спадковості для руки і ноги були значніші, ніж для окремих сегментів верхніх і нижніх кінцівок. Дещо значніші коефіцієнти спадковості, виявлені для хлопців, ніж для дівчат, свідчать про диференціацію генетичного контролю формування компоненту жирової тканини тіла людини в залежності від їх статі.

Щодо диференціальних відмінностей впливу спадкових факторів на формування жирового компоненту різних частин тіла хлопців і дівчат, – тенденція була такою. Найвищі коефіцієнти спадковості у хлопців виявлені для формування шкіряно-жиро-



вої складки біцепса, найнижчі – трицепса. А у дівчат тенденція протилежна: найвищі коефіцієнти спадковості визначені для трицепса, а найнижчі – біцепса. В цілому можна вважати, що за двома морфологічними показниками сильніший генотипічний вплив на формування жирового компоненту верхніх кінцівок у хлопців (середні показники $H^2 = 0,749$), ніж у дівчат (середні показники $H^2 = 0,647$).

Відносно нижніх кінцівок тенденція впливу спадкових факторів у формуванні жирового компоненту м'язів зберігається: вона вища у хлопців ($H^2 = 0,789$), ніж у дівчат ($H^2 = 0,600$). Проте, порівнюючи абсолютні показники коефіцієнтів спадковості, можна вважати, що при генетичному прогнозі (в системі спортивного відбору) більш інформативними у хлопців є вимірювання товщини шкіряно-жирової складки біцепса, а у дівчат – рук трицепса. Дещо менше інформативність в системі спортивного відбору показників шкіряно-жирових складок тулуба. Хоча ступінь фенотипічного прояву морфологічної ознаки у хлопців ($H^2 = 0,731$) і дівчат ($H^2 = 0,741$) практично однаковий. Найнижча інформативність в генетичному прогнозі особливостей морфологічного розвитку показників товщини шкіряно-жирових складок м'язів тазового поясу. Особливо ця тенденція характерна для жіночого організму ($H^2 = 0,566$, тобто для шкіряно-жирової складки над клубовою кісткою).

За нашими даними спостерігаються диференціальні відмінності впливу спадкових факторів у формуванні жирової тканини на тулубі і кінцівках. У хлопців середні показники спадковості для тулуба були одержані дещо нижчими $H^2 = 0,742$; $F = 3,88$ при $p < 0,001$, ніж для кінцівок $H^2 = 0,762$; $F = 4,33$ при $p < 0,001$. У дівчат знайдена інша закономірність: коефіцієнти спадковості, знайдені для тулуба були $H^2 = 0,654$;

$F=3,09$ при $p < 0,001$, а для кінцівок – $H^2=0,631$; $F=2,96$ при $p < 0,01$.

Визначимо інформативність різних показників жирового компоненту тіла в системі генетичного прогнозу спортивної обдарованості. Для скорочення програми морфологічних вимірювань, на наш погляд, можна обмежитися двома найбільш інформативними морфологічними показниками: у хлопців вимірюванням товщини шкіряно-жирової складки на біцепсі руки і під лопаткою, а у дівчат – на трицепсі і під лопаткою. Менші сумарні показники товщини цих двох шкіряно-жирових складок в порівнянні з загальнопопуляційними даними свідчать про рухову перспективність людини в окремих видах спорту. Проте найбільш інформативними в системі генетичного прогнозу є показники сумарної товщини п'яти шкіряно-жирових складок ($H^2 = 0,802-0,843$).

Висновки:

1. Формування морфологічного статусу (особливостей жирового компоненту тіла) дітей і підлітків у віці 13–17 років контролюється переважно генотипом.

2. В межах узагальнюючої тенденції переважного впливу спадкових факторів в онтогенетичному морфологічному розвитку більш значний генотипічний вплив спостерігається для хлопців, ніж для дівчат.

3. Найбільший вплив спадкових факторів у формуванні жирового компоненту м'язів тіла у хлопців виявлено для біцепса руки, а у дівчат – для шкіряно-жирової складки трицепса руки.

4. Знайдена тенденція більш значного впливу генетичних факторів на сумарні показники шкіряно-жирових складок, ніж на компоненти складу тіла.

5. Визначені диференціальні відмінності формування жирової тканини на тулубі і кінцівках у дітей 13–17 років.

Перспективним для подальших досліджень може бути ви-

значення генетичних морфологічних маркерів в більш широкому спектрі або розробка нормативів оцінки генетичних морфологічних показників, якими можна було б користуватися як прогностичними критеріями для відбору рухово-обдарованих дітей для занять спортом (окремими його видами).

Література

1. Волков В.М. Спортивный отбор/ В.М. Волков, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 2003. – 176 с.
2. Губа В.П. Морфобиомеханические исследования в спорте/ В.П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс, 2000. – 120 с.
3. Губа В.П. Теория и практика спортивного отбора и ранней ориентации в виды спорта: Монография/ В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 2008. – 304 с.
4. Линець М.М. Основи методики розвитку рухових якостей: навч. посіб./ М.М. Линець. – Л.: Штабар, 1997. – 208 с.
5. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования/ А.Д. Наследов. – СПб.: Речь, 2004. – 392 с.
6. Начинская С.В. Спортивная метрология: Учебное пособие [для вузов по специальности 033100 «Физическая культура»]/ С.В. Начинская. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
7. Основы управления подготовкой юных спортсменов / под ред. М.Я. Набатниковой. – М.: Физкультур и спорт, 1982. – 280 с.
8. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: Учебник/ В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
9. Приходько Н.Н. Основы ге-



- нетики человека: Учебное пособие/ Н.Н. Приходько, Т.П. Шкурат. – Ростов н/Д.: Феникс, 1997. – 368 с.
10. Селезньова Т. Тестовий контроль рухових здібностей дітей шкільного віку / Т. Селезньова // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури та спорту. – Л., 2003 – Вип.7, т. 2. – С. 146–149.
11. Сергієнко Л.П. Групи крові і фізичний розвиток особистості/ Л.П. Сергієнко, Є.А. Стрикаленко// Реалізація здорового способу життя – сучасні підходи: зб. наук. ст. II Міжнар. конф. – Дрогобич, 2003. – С. 149–157.
12. Сергиенко Л.П. Основы спортивной генетики/ Л.П. Сергиенко – К.: Вища школа, 2004. – 630 с.
13. Сергиенко Л.П. Морфология руки как генетический маркер диагностики развития способности человека/ Л.П. Сергиенко// Научный вестник Волинського державного університету імені Лесі Українки. – 2005. – № 8. – С. 58-62.
14. Сергієнко Л.П. Психомоторні здібності людини : загальне поняття, класифікація і значення в системі спортивного відбору/ Л.П. Сергієнко, Н.Г. Чекмарьова// Теорія та методика фізичного виховання. – 2007. – № 3. – С. 6-9.
15. Сергієнко Л.П. Практикум з психології спорту: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання і спорту/ Л.П. Сергієнко. – Харків: «ОВС», 2008. – 256 с.
16. Сергієнко Л.П. Спортивна генетика: Підручник для студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання і спорту/ Л.П. Сергієнко. – Тернопіль: Навчальна книга. – Богдан, 2009. – 944 с.,
17. Сергієнко Л.П. Спортивний відбір: теорія та практика/ Л.П. Сергієнко. У 2 кн. – Книга 1. – Теоретичні основи спортивного відбору. Підручник. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2009. – 672 с.
18. Шинкарук О.А. Отбор спортсменов и ориентация их подготовки в процессе многолетнего совершенствования (на материале олимпийских видов спорта)/ О. А. Шинкарук. – К.: Олимпийская литература, 2011. – 360 с.
19. Graves J.E., Kanaley J.A., Garzarella L., Pollock M.L. Anthropometry and Body Composition Measurement // Physiological Assessment of Human Fitness. – Second Edition P.J. Mand, C. Foster – Champaign, IL.: Human Kinetics, 2006. – P. 185–226.
20. Manning J.T. The ratio of the 2-nd to 4-th digit length and performance in skiing // J. Sports. Med and Phys. Fitness. – 2002. – Vol. 42. – No. 4. – P. 446 – 450.
21. Serhiyenko L. Genetic Markers in the Prediction of the Development of Sportsmen's Speed Abilities // Proceedings of the 4-th Annual Congress of the European College of Sport Science: SPORT SCIENCE'99 in Europe (Rome: 14 – 17 July 1999). – Rome: University Institute of Motor Sciences, 1999. – P. 755.

