

$$\bar{X} \sigma^2$$

## НАСЛЕДУЕМОСТЬ РАЗВИТИЯ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Жосан И.А.

Харьковская государственная академия физической культуры

**Аннотация.** В статье представлены экспериментальные материалы близнецовых исследований наследуемости развития силовой выносливости человека. Определены критерии прогностической значимости тестовых испытаний в системе индивидуального прогноза спортивной одаренности мужчин и женщин. Развитие статической силовой выносливости человека находится под преимущественным умеренным контролем наследственных факторов. Динамическая силовая выносливость находится в развитии примерно под сходным контролем наследственности и среды.

**Ключевые слова:** силовая выносливость, близнецы, наследуемость, генетический прогноз.

**Анотація. Жосан І.А. Спадковість розвитку статичної і динамічної силової витривалості людини.** В статті наведені експериментальні матеріали близнюкових досліджень спадковості розвитку силової витривалості людини. Визначено критерії прогностичної значущості тестових випробувань в системі індивідуального прогнозу спортивної обдарованості чоловіків і жінок. Розвиток статичної силової витривалості людини перебуває під переважним помірним контролем спадкоємних факторів. Динамічна силова витривалість перебуває в розвитку приблизно під подібним контролем спадковості й середовища.

**Ключові слова:** силова витривалість, близнюки, спадковість, генетичний прогноз.

**Annotation. Zhosan I.A. Heredity of the development of human static and dynamic endurance.** The article presents the experimental materials of twins heredity of the development of human strength endurance. The criteria of prognostic importance of tests in the system of the individual prognosis of sports endurance in men and women are determined. Development of static power persistence of the person is under preferential moderate monitoring of hereditary factors. Dynamic power persistence is in development approximately under similar monitoring of a heredity and medium.

**Key words:** strength endurance, twins, heredity, genetic prognosis.

### Введение.

Силовая выносливость – это способность человека проявлять мышечную силу в течение длительного времени. Показателем силовой выносливости является время приложения силы в условиях противодействия внешнему сопротивлению или количество повторений движений, выполняемых с непредельными отягощениями

Силовая выносливость имеет важное значение для достижения высоких спортивных результатов в легкоатлетическом беге, плавании, парусном спорте, горнолыжном и конькобежном спорте, фигурном катании, спортивной гимнастике и многих других видах спорта [2]. В зависимости от режима работы мышц выделяют статическую и динамическую силовую выносливость. Статическая силовая выносливость – это способность человека выполнять длительно силовые упражнения в статическом режиме работы мышц. Например, удерживание угла в упоре на параллельных брусьях или удерживание руки при стрельбе из пистолета. Динамическая силовая выносливость – это способность человека выполнять длительно силовые управления в динамическом режиме работы мышц. Например, многократное поднимание ног в положении лежа на спине или приседание со штангой, вес которой равен 20–50 % от максимальных силовых возможностей человека [8].

Тесты контролирующие развитие силовой выносливости включают в комплексные тестовые программы, определяющие уровень развития двигательных способностей человека в различном возрасте [5, 6]. Иногда оценка развития силовой выносливости дает возможность судить о предрасположенности ребенка к определенной двигательной деятельности [10] или виду спорта [1]. Поэтому актуальной является проблема изучения прогностической информативности показателей силовой выносливости в системе спортивного отбора.

Высокоинформационными показателями в системе спортивного отбора являются те, которые контролируются в развитии наследственными факторами. Изучение генетики силовой выносливости проводилось ранее фрагментарно, с использованием небольшого количества тестов [7]. Результаты близнецовых исследований, как правило, рассчитывались в смешанной группе мальчиков и девочек. Фактически генетическая характеристика развития силовой выносливости человека пока не изучена.

Работа выполнялась в соответствии со Свободным планом научно-исследовательской работы в сфере физической культуры и спорта на 2006–2010 годы Министерства Украины по делам семьи, молодежи и спорта (тема 2.3.4, научный руководитель проф. Л.П. Сергиенко).

### Формулирование целей работы

Целью работы было изучение генетических особенностей развития силовой выносливости человека. Данная цель определила следующие задачи исследования:

1. Определить влияние наследственных и средовых факторов в развитии статической силовой выносливости человека.
2. Изучить влияние генетических факторов на развитие динамической силовой выносливости человека.

3. Выявить половые различия влияния наследственности и среды в развитии силовой выносливости человека.
4. Определить прогностическую значимость показателей статической и динамической силовой выносливости в системе спортивного отбора.

*Методы исследования.* В исследованиях принимало участие 82 пары монозиготных близнецов (МЗ) и 77 пар дизиготных близнецов (ДЗ) в возрасте 13–17 лет. Распределение близнецов по полу было следующим: выборка состояла из 51 пары МЗ и 44 пар ДЗ близнецов-мальчиков, 31 пары МЗ и 35 пар ДЗ близнецов-девочек. Близнецowość исследуемых устанавливалась при помощи полисимптоматического метода сходства портретной идентификации фотограм и группам крови [4].

У близнецов оценивалось развитие статической и динамической силовой выносливости. Развитие статической силовой выносливости у мальчиков и девочек определялось при помощи трех одинаковых тестов: вис на согнутых руках (перекладина), удержание прямых ног на гимнастической стенке (угол между туловищем ногами 90°), сед на правой и левой ноге.

Последний тест описан в американской литературе [9] и выполняется следующим образом. Испытуемый выбирает гладкую стену в спортивном зале. Потом около стены принимает исходное положение ноги на ширине плеч, угол между голеню и бедром 90°, угол между голеню и полом также 90°, спина соприкасается со стеной. По команде испытуемый поднимает правую ногу и удерживает данное положение как можно дольше. Потом сед делается на другой ноге. Результатом тестирования является длительность удержания статического положения седа на правой и левой ноге, зафиксированное в секундах.

Конкордантность близнецов-мальчиков и девочек по динамической силовой выносливости определялась по пяти тестам. Мальчикам предлагались следующие тесты: сгибание и разгибание рук в упоре лежа с отталкиванием и хлопком руками, подъем тела силой икроножных мышц, поднимание туловища из положения лежа на спине (руки за головой), сгибание и разгибание рук в упоре лежа с соединенными руками, одновременный подъем туловища (руки вытянуты вверх) и ног из положения лежа на спине до угла 90°.

Пояснения по методике выполнения нескольких тестов:

- подъем тела силой икроножных мышц [9]. Испытуемый принимает исходное положение стойка на доске (толщина доски 10 см, ширина – 60 см) с опорой на носки. Предлагается выполнить максимальное количество подъемов одновременно на двух ногах;
- сгибание и разгибание рук в упоре лежа с соединенными руками [9]. Особенность теста состоит в том, что испытуемый в исходном положении ставит руки так, чтобы указательный и большой пальцы были вместе (сформировали между пальцами фигуру – «слезу»). Это дает возможность определять силовую выносливость двуглавой и трехглавой мышц плеча. В остальном исходное положение традиционное: туловище ноги образуют прямую линию, пальцы ног упираются в пол.

Девочкам предлагались следующие тесты: сгибание и разгибание рук в упоре лежа с опорой на подставку высотой 25 и 50 см, подъем тела силой икроножных мышц, поднимание туловища из положения лежа на спине (руки за головой), одновременный подъем туловища (руки вытянуты вверх) и ног из положения лежа на спине до угла 90°.

#### **Результаты исследования и их обсуждение.**

*Генетика статической силовой выносливости.* Результаты исследования развития статической силовой выносливости у МЗ и ДЗ близнецов мужского и женского пола приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Конкордантность развития статической силовой выносливости у МЗ и ДЗ близнецов*

Тесты	Близнец ы	Статистические показатели						
		$\bar{X}$	d	$\sigma^2$	$H^2$	F	f	p
<b>Мужчины</b>								
Вис на согнутых руках, с	МЗ	23,20	2,83	11,43	0,795	4,87	51	<0,001
	ДЗ	23,60	6,44	55,67				
Удержание прямых ног углом, с	МЗ	12,88	2,97	12,86	0,608	2,55	50	<0,01
	ДЗ	12,41	5,04	32,83				
Сед на правой и левой ноге (суммарный результат), с	МЗ	54,79	10,42	155,77	0,508	2,03	50	<0,01
	ДЗ	50,31	15,70	316,78				
<b>Женщины</b>								
Вис на согнутых руках, с	МЗ	11,08	3,19	14,37	0,520	2,09	31	<0,05
	ДЗ	10,32	5,02	29,97				
Удержание прямых ног углом, с	МЗ	6,88	2,72	9,12	0,505	2,02	30	<0,05
	ДЗ	6,05	3,58	18,43				
Сед на правой и левой ноге (суммарный результат), с	МЗ	27,94	6,31	50,04	0,623	2,65	30	<0,01
	ДЗ	27,35	9,43	132,62				

Примечание.  $\bar{X}$  – среднее значение;  $d$  – средняя внутрипарная разность;  $\sigma^2$  – средняя внутрипарная дисперсия;  $H^2$  – коэффициент наследуемости Хольцингера;  $F$  – коэффициент наследуемости Фишера;  $f$  – число степеней свободы;  $p$  – уровень достоверности.

Отметим, что во всех случаях получены значимые коэффициенты Фишера. Коэффициенты наследуемости Хольцингера у мужчин варьировались в пределах 0,508–0,795, а у женщин – 0,505–0,623. У мужчин наблюдается больший генетический контроль развития статической силовой выносливости, чем у женщин. В целом же можно констатировать более значительное влияние наследственных, чем средовых факторов в развитии статической силовой выносливости у мужчин и наследственно-средовые влияния у женщин. У мужчин самый большой генетический контроль наблюдается в развитии статической силовой выносливости рук, а у женщин – ног.

В двух исследованиях, которые были проведены ранее изучалась только генетика развития статической силовой выносливости. Чех Ковар [12] при исследовании 17 пар МЗ и 13 пар ДЗ близнецов мужского пола в возрасте 11–25 лет нашел значимые коэффициенты наследуемости ( $H^2=0,621$ ;  $F=2,64$  при  $p < 0,05$ ). Белорусская исследовательница Л.А. Саватеева [3] в смешанной выборке близнецов (изучено 47 пар МЗ и 41 пара ДЗ близнецов мужского и женского пола в возрасте 7–11 лет) нашла еще большие коэффициенты наследуемости ( $H^2=0,754$ ;  $F=4,05$  при  $p < 0,01$ ), чем Р. Ковар.

В наших исследованиях наблюдается отличающаяся дифференциация влияния генетических факторов на мужской и женский организм при аналогичной генетической тенденции развития. К тому же изучена генетическая характеристика развития статической силовой выносливости не только рук, но и мышц брюшного пресса, а также ног.

*Генетика динамической силовой выносливости.* Результаты исследования развития динамической силовой выносливости у МЗ и ДЗ близнецов мужчин и женщин приведены соответственно в таблицах 2 и 3. Анализ данных таблиц позволяет говорить о наследственно-средовой обусловленности развития динамической силовой выносливости человека. Однако у мужчин генетический компонент выражен значительнонее, чем у женщин.

Таблица 2

## Конкордантность развития динамической силовой выносливости у МЗ и ДЗ близнецов-мужчин

Тесты	Близнецы	Статистические показатели						
		$\bar{X}$	d	$\sigma^2$	H <sup>2</sup>	F	f	p
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа с отталкиванием и хлопком руками, раз	МЗ ДЗ	10,95 10,80	2,49 3,82	8,88 18,41	0,518	2,07	51 44	<0,01
Подъем тела силой икроножных мышц, раз	МЗ ДЗ	59,37 59,17	6,67 8,75	58,59 114,20	0,487	1,95	50 42	<0,05
Поднимание туловища из положения лежа, раз	МЗ ДЗ	41,15 45,03	6,96 9,16	64,33 112,34	0,427	1,75	51 44	<0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа с соединенными руками, раз	МЗ ДЗ	14,20 15,24	2,78 4,20	9,96 21,57	0,538	2,17	51 44	<0,01
Одновременный подъем туловища и ног до угла 90°, раз	МЗ ДЗ	10,38 10,66	2,53 3,05	9,82 13,50	0,272	1,37	51 44	>0,05

Анализ результатов отдельных тестов свидетельствует, что сходные по проявлению силовых способностей тесты (например, у мужчин сгибание и разгибание рук в упоре лежа с отталкиванием и хлопками руками, а также сгибание и разгибание рук в упоре лежа с соединенными руками; у женщин – сгибание и разгибание рук в упоре лежа на подставке, высотой 25 и 50 см) дают подобную тенденцию взаимодействия наследственности и среды. В тестах, где требуются значительнее усилия на килограмм массы тела (значительнее относительная мышечная сила) наблюдаются более высокие коэффициенты наследуемости. Такие тесты более информативны в системе спортивного отбора.

Таблица 3

## Конкордантность развития динамической силовой выносливости у МЗ и ДЗ близнецов – женщин

Тесты	Близнецы	Статистические показатели					
		$\bar{X}$	d	$\sigma^2$	$H^2$	F	f

Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на подставке высотой 25 см, раз	М3 Д3	6,45 6,67	1,94 2,49	5,29 7,91	0,332	1,50	31 33	>0,05
Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на подставке высотой 50 см, раз	М3 Д3	11,74 10,11	3,48 4,00	19,42 20,97	0,074	1,08	31 34	>0,05
Подъем тела силой икроножных мышц, раз	М3 Д3	52,45 55,99	6,19 11,34	54,71 155,91	0,649	2,85	31 33	<0,01
Поднимание туловища из положения лежа, раз	М3 Д3	31,90 32,79	5,10 7,91	34,52 77,86	0,557	2,26	31 34	<0,05
Одновременный подъем туловища и ног до угла 90°, раз	М3 Д3	8,29 8,69	3,03 4,00	12,58 20,57	0,388	1,64	31 35	>0,05

Ранее генетические особенности динамической силовой выносливости изучали в трех близнецовых исследованиях. Так, в Японии Ишидоя [11] при изучении смешанной выборки близнецов в возрасте 6–16 лет нашел для теста сгибание и разгибание рук в упоре лежа незначительный коэффициент Фишера ( $F=1,82$  при  $p>0,05$ ). Ковар [12] у чешских близнецов в возрасте 12–25 лет изучал генетическую характеристику развития динамической силовой выносливости по двум тестам: сгибание и разгибание рук в упоре лежа ( $H^2=0,222$ ,  $F=1,28$  при  $p>0,05$ ) и поднимание туловища из положения лежа ( $H^2=0,445$ ;  $F=1,81$  при  $p>0,05$ ). В обоих случаях коэффициенты наследуемости были незначительными. При изучении значительной смешанной выборки немецких близнецов ( $n=327$  пар) Веисс [13] для теста сгибание и разгибание рук в упоре лежа нашел высокий коэффициент наследуемости Хольцингера ( $H^2=0,850$ ). Как видим, приведенные результаты достаточно разноречивы.

В наших исследованиях не наблюдается столь значительной вариативности коэффициентов наследуемости. Очевидным является то, что генетические факторы по разному проявляются фенотипически у мужчин и женщин. Поэтому, на наш взгляд, по смешанной выборке не целесообразно интерпретировать результаты близнецовых исследований. В пределах наследственно-средовой обусловленности развития динамической силовой выносливости различные мышечные группы в развитии имеют свою генетическую тенденцию.

Сравнивая результаты близнецовых исследований по статической и динамической силовой выносливости отметим следующую генетическую тенденцию. Развитие статической силовой выносливости в большей мере контролируется наследственными факторами, чем динамической силовой выносливости. Подтверждена гипотеза, высказанная ранее Л.П. Сергиенко [7].

Практические аспекты изучаемой проблемы следующие. Как показатели развития статической, так и динамической силовой выносливости возможно использовать в качестве прогностических критериев в системе индивидуального прогноза при спортивном отборе. Более информативными являются критерии, определенные для статической силовой выносливости, чем динамической. Информативность тестовых результатов в индивидуальном прогнозе спортивной одаренности, на наш взгляд, у мужчин и женщин отличается. У мужчин более информативными являются тесты, дающие оценку развития статической и динамической силовой выносливости мышц рук, плечевого пояса и туловища, а у женщин – ног и туловища.

#### Выводы.

1. Развитие статической силовой выносливости человека находится под преимущественным, однако умеренным контролем наследственных факторов.
2. Динамическая силовая выносливость находится в развитии примерно под сходным контролем наследственности и среды.
3. Развитие силовой выносливости находится под большим наследственным контролем у мужчин, чем у женщин.
4. Определены критерии прогностической значимости тестовых показателей в системе индивидуального прогноза спортивной одаренности человека.

Дальнейшие исследования предполагается провести в направлении изучения других проблем наследуемости развития статической и динамической силовой выносливости человека.

Литература

1. Волков Л. Теория спортивного отбора: способности, одаренность, талант. – К.: Вежа, 1997. – 128 с.
2. Платонов В.М., Булатова М.М. Фізична підготовка спортсмена. – К.: Олімпійська література, 1995. – 320 с.
3. Саватеева Л.А. Влияние наследственных задатков и некоторых факторов внешней среды на двигательную подготовленность детей младшего школьного возраста: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1975. – 23 с.
4. Сергиенко Л.П. Близнецы в науке. – К.: Вища шк., 1992. – 234 с.
5. Сергієнко Л.П. Тестування рухових здібностей школярів. – К.: Олімпійська література, 2001а. – 439 с.
6. Сергієнко Л.П. Комплекснотестування рухових здібностей людини. – Миколаїв: УДМТУ, 2001б. – 360 с.
7. Сергиенко Л.П. Основы спортивной генетики. – К.: Вища шк., 2004. – 631 с.
8. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. – М.: Академия, 2001. – 480 с.
9. Arnot R., Gaines C. Seleccione su deporte. – Barcelona: Editorial Paidotribo, 1994. –396 p.
10. Brown J. Sport talent – Champaign, IL.: Human kinetics, 2001. – 299 p.
11. Ishidoya Y. Sportfahigkeit der Zwillinge // Acta Genet. Med. et Gemellol. – 1957. – Vol. 6, Fasc. 3. – P. 321–326.
12. Kovář R. Prispevek ke studiu genetické podminěnosti lidské motoriky: Autoreferát disertační získání vedené hodnosti kandidáta biologických věd / Ministerstvo školství Fakulta telesnc výchovy a sporty University Karlovy. – Praha, 1974. – 41 s.
13. Weiss Y. Heritabilitaten sportlicher Tests berechnet an den Leistungen zehnjähriger Zwillingspaare //Arztl. Jugendkd. – 1977. – Bd. 68. – S. 167–172.

Поступила в редакцию 31.03.2008г.