

**Изучение связей между функциональными и морфологическими признаками в аспекте оценки физического развития и уровня здоровья студентов (на примере юношей)<sup>1</sup>**

*г. Москва*

Возраст 17–21 год — юношеский период онтогенеза (согласно возрастной периодизации, наиболее часто используемой в медико-биологических исследованиях) — это период вступления в новую жизнь с повышенными физическими и психологическими нагрузками, изучение которого позволяет исследовать переход от юношеского этапа развития к зрелому и оценить уровень физического развития и здоровья на последующие годы жизни. Согласно данным разных авторов, в последнее десятилетие наблюдается снижение показателей здоровья молодежи [Зайцев, Крамской, 2003; Камаев, Васильева, 2002; Маркова и др., 2004], высокий уровень распространенности функциональных отклонений [Рапопорт, 2000; Сауткин и др., 1999] и хронических заболеваний ведущих систем организма [Камаев, Васильева, 2002; Романова и др., 1999]. Количественная оценка физического состояния дает ценные сведения о физическом здоровье и функциональных возможностях организма, что позволяет принять необходимые меры для профилактики заболеваний и укрепления здоровья.

В задачи данного исследования входили:

- объективная оценка физического развития юношей;
- изучение связей между соматическими и функциональными признаками;
- определение уровня физического здоровья современной студенческой молодежи по антропометрическим данным и некоторым функциональным характеристикам сердечно-сосудистой системы.

Материалом для исследования послужили результаты комплексного антропометрического обследования студентов различных факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова, проводившегося в студенческой поликлинике МГУ в 2002–2003 гг. под руководством автора. Работа проводилась по стандартной антропометрической методике, включающей 28 соматических признаков, 13 скелетных размеров, 8 обхватов, 7 жировых складок и 3 функциональных показателя: жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и динамометрия правой и левой кистей<sup>1</sup>. Из общего числа обследованных для данного

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 02-06-80033.

сообщения были использованы материалы по 1005 русским юношам в возрасте 17–21 года. Дополнительное исследование включало измерение у 205 практически здоровых юношей систолического и диастолического артериального давления (сАД и дАД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое (сидя) и время восстановления ЧСС до исходного уровня после дозированной физической нагрузки (20 полных приседаний в максимально быстром темпе)<sup>2</sup>.

В табл. 1 представлены результаты сравнения средних арифметических значений некоторых тотальных параметров тела и функциональных показателей у 17-летних современных юношей с данными 60–90-х гг. исследования.

Как видно из табл. 1, длина тела у юношей постоянно растет от 1960-х гг.

Таблица 1

Средние арифметические значения тотальных размеров тела и функциональных показателей у 17-летних юношей

Название признака	Властовский, 1960–69 гг.	Ямпольская, 1991 г.	Година и др., 1996–99 гг.	Наши данные, 2002–03 гг.
Вес (кг)	64.4	66.7	63.3	67.7
Длина тела (см)	173.2	174.9	175.9	178.0*
Обхват груди (см)	86.2	86.5	86.6	87.0
Сила сжатия пр. кисти (кг)	54.6	44.0	—	35.4*
ЖЕЛ (л)	4.51	—	—	4.23

\*  $p < 0,001$

до настоящего времени. Вероятно, эпохальная тенденция увеличения продольных размеров тела продолжается. Наряду с увеличением длины тела у юношей прослеживается неблагоприятная тенденция по силовым показателям и ЖЕЛ. Можно предположить, что снижение функциональных показателей связано с ухудшением общего физического развития.

Под физическим развитием (ФР) понимается комплекс морфофункци-

<sup>1</sup> Автор выражает благодарность администрации и сотрудникам поликлиники № 202 г. Москвы за помощь в организации и проведении антропологического обследования.

<sup>2</sup> Автор выражает благодарность аспирантке кафедры антропологии Т.А. Мишковой за помощь в проведении исследований функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у студентов.

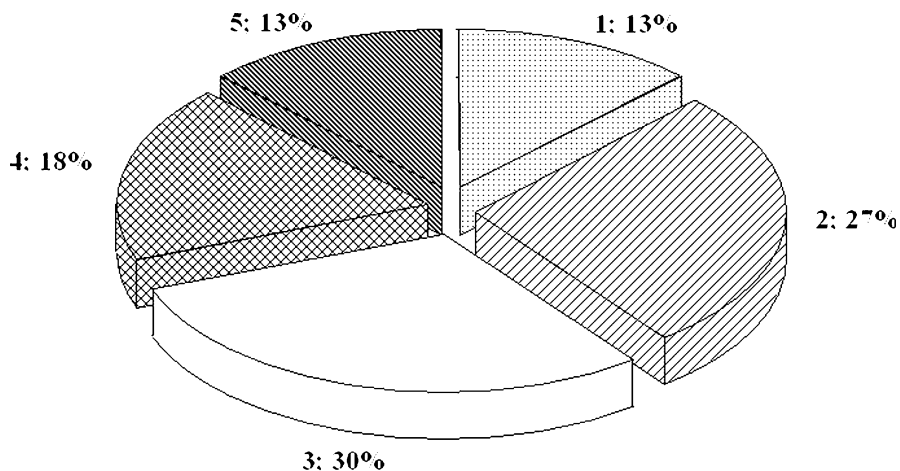


Рис. 1. Распределение вариантов физического развития юношей.  
Физическое развитие 1 — низкое, 2 — ниже среднего, 3 — среднее,  
4 — выше среднего, 5 — высокое

ональных свойств организма, определяющих запас его физических сил [Хрисанфова, 1999], мера дееспособности [Бунак, 1940; Башкиров, 1962], а также сам процесс формирования основных морфофункциональных (прежде всего соматических) показателей, который можно пытаться контролировать в целях оптимизации состояния здоровья. В основу характеристики ФР традиционно кладутся признаки, определяющие «структурно-механические» свойства организма: длина и вес тела, обхват грудной клетки. Для оценки ФР юношей проведен факторный анализ [Дерябин, 1991]. Первый фактор является интегративным показателем тотального размера тела, второй фактор описывает особенности изменчивости по шкале долихо-брахиморфии. По сочетанию индивидуальных значений первых двух факторов определяется вариант ФР у любого индивида. По результатам факторного анализа в нашем исследовании 30 % юношей имеют среднее физическое развитие, 18 % — выше среднего, 12 % — высокое, 13 % — низкое и 27 % студентов характеризуются пониженным физическим развитием (рис. 1).

Для изучения объективных связей между функциональными и морфологическими признаками был проведен корреляционный анализ (табл. 2), который показал наибольшие величины связей ЖЕЛ с обхватом груди, длиной и весом тела, поперечным и сагиттальным диаметрами груди. Сила сжатия кисти более тесно связана с обхватами предплечья и плеча, диаметрами запястья и локтя, а также с весом тела.

Коэффициенты корреляции функциональных  
и морфологических признаков

Название признака	ЖЕЛ	Сила правой кисти	АД систол.	АД диастол.	ЧСС
Вес тела	0.40*	0.35*	0.34*	0.24*	-0.01
Длина тела	0.43*	0.25*	0.12	0.12	-0.02
Диаметр плеч	0.37*	0.27*	0.18*	0.11	-0.08
Диаметр груди поперечный	0.37*	0.32*	0.24*	0.10	-0.03
Диаметр груди сагиттальный	0.37*	0.26*	0.16*	0.22*	-0.02
Диаметр таза	0.33*	0.21*	0.21*	0.11	0.08
Обхват груди	0.42*	0.31*	0.27*	0.21*	0.02
Обхват талии	0.30*	0.21*	0.25*	0.16*	-0.06
Обхват бедер (ч/ягодицы)	0.32*	0.27*	0.22*	0.13	-0.02
Обхват плеча	0.29*	0.33*	0.30*	0.21*	0.00
Обхват предплечья	0.32*	0.42*	0.30*	0.23*	-0.03
Обхват бедра	0.28*	0.25*	0.35*	0.22*	-0.03
Ширина локтя	0.24*	0.34*	0.18*	0.16*	0.01
Ширина запястья	0.27*	0.35*	0.23*	0.21*	-0.04
Жировая складка на груди	0.07*	0.00	0.22*	0.16*	0.15*
Жировая складка на животе	0.06	0.05	0.19*	0.14	0.03
Жировая скл. под лопаткой	0.08*	0.06	0.20*	0.27*	0.05

\*  $p < 0,05$

Несмотря на определенную очевидность полученных связей, величина этих связей невелика, и уровень значимости не превышает 5 %. Коэффициенты корреляции ЖЕЛ и динамометрии кисти с жировыми складками близки к нулю, и большинство из них недостоверно. Из функциональных показателей сердечно-сосудистой системы (сАД, дАД и ЧСС) наибольшее число значимых связей с морфологическими признаками показало систоли-

ческое АД, которое в большей степени коррелирует с весом тела и всеми обхватными размерами. Уровень связей диастолического АД не превышает  $r=0.24$  (с весом тела). Практически полное отсутствие связей с параметрами тела у ЧСС (за исключением небольшой связи с жировой складкой на груди,  $r=0.15$ ).

Дополнительно для изучения связей функциональных показателей с комплексами морфологических признаков рассчитаны канонические корреляции (табл. 3).

*Таблица 3*

Канонические корреляции функциональных  
и морфологических признаков

Признаки	ЖЕЛ (N=1005)	Сила сжатия правой кисти (N=1005)	Систолическое АД (N=205)	Диастолическое АД (N=205)	ЧСС (N=205)
Продольные размеры тела	0.442***	0.273***	0.133	0.159	0.074
Диаметры туловища	0.500***	0.375***	0.279**	0.236*	0.125
Диаметры эпифизов конечностей	0.329***	0.408***	0.267**	0.219*	0.072
Обхватные размеры	0.485***	0.527***	0.376***	0.270*	0.194
Жировые складки	0.105	0.172***	0.242	0.314**	0.229

\*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$ , \*\*\*  $p<0.001$

Как видно из табл. 3, функциональные показатели обнаруживают большую тесноту связей с комплексами соматических параметров, характеризующих вариации габаритов, пропорции тела или выраженность компонентов тела. Так, например, каноническая корреляция диастолического АД с комплексом жировых складок показывает наряду с большим значением (по сравнению со связями дАД с каждой отдельной жировой складкой) и более высокий уровень значимости этой связи ( $p<0.01$ ).

Для межгруппового сравнения был проведен множественный дискриминантный (канонический) анализ, результаты которого показали реальность разделения юношей на различные группы по физическому развитию и существование определенных тенденций в изменчивости функциональных признаков. В группах от высокого к среднему и далее к низкому

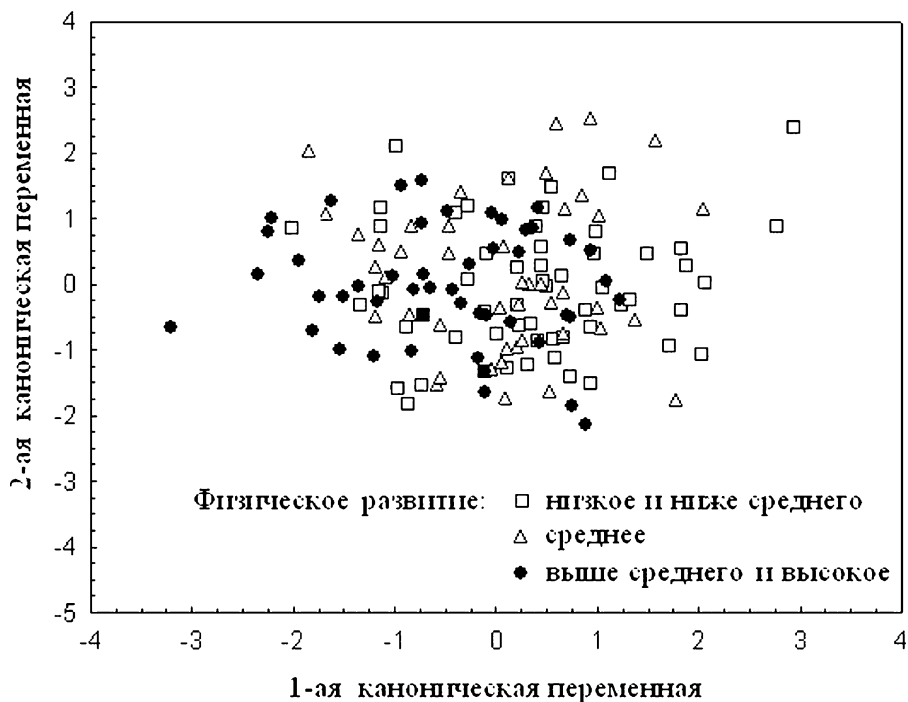


Рис. 2. Результаты канонического анализа по функциональным показателям сердечно-сосудистой системы у юношей с различным уровнем физического развития

физическому развитию наблюдается тенденция к уменьшению ЖЕЛ и силовых показателей ( $N=1005$ ,  $p<0.001$ ), к снижению систолического АД при одновременном увеличении ЧСС ( $N=205$ ,  $p<0.05$ , рис. 2).

Для определения уровня здоровья использовалась разработанная и апробированная на различных группах населения экспресс-система оценки физического здоровья [Апанасенко, 1988]. В основе программы экспресс-оценки лежат антропометрические данные, показатели дыхательной функции и характеристики состояния сердечно-сосудистой системы в покое и в восстановительном периоде после дозированной физической нагрузки. Данный метод определяет уровень здоровья с помощью балловой системы оценок по каждой из исследуемых систем (соматической, дыхательной и сердечно-сосудистой) от 1-го — низкого уровня здоровья — до 5-го — высокого уровня. Общий уровень здоровья оценивается по сумме баллов всех показателей.

На основе антропометрических данных для определения уровня физического здоровья были рассчитаны следующие показатели.

— Широко используемый в медицинской практике *весоростовой индекс Кетле* (ИМТ). ИМТ = масса тела (кг)/длина тела (м). Меньшие значения ИМТ указывают на большую «стройность» тела и относительно меньшую массу тела. Риск заболевания возрастает у индивида, имеющего значения ИМТ, превышающее 25. Несмотря на большой процент юношей с пониженной массой тела относительно роста, 11 % студентов уже в столь молодом возрасте попадают в группу риска по повышенному весоростовому индексу.

— *Индекс силы* (сила правой кисти/масса тела) — показатель, характеризующий зависимость между массой тела и степенью развития мышечной силы. Более 80 % обследуемых студентов имеют пониженные и низкие значения этого показателя. Такой большой процент юношей с низким и пониженным уровнем физического здоровья по индексу силы можно объяснить тем, что средние значения силы сжатия кисти для современных юношей (2002–2003 гг. исследования) в 1.5–2 раза ниже средних арифметических значений этого показателя для юношей того же возраста, обследованных в 1970–90 гг. (см. табл. 1). Поскольку система экспресс-оценки профессора Апанасенко [1988] была разработана именно в 1980-е гг., то разделение по группам здоровья базировалось на средних значениях антропометрических показателей контингента того периода времени, что привело, возможно, к неадекватной оценке уровня здоровья современных индивидуумов по этому показателю. Полученные в нашем исследовании результаты указывают на значительное уменьшение силовых показателей современной молодежи, что свидетельствует о снижении функциональных возможностей организма и ухудшении физического здоровья.

— *Индекс жизни* (ЖЕЛ/масса тела) — величина, определяющая отношение ЖЕЛ к массе тела. Высокие показатели индекса жизни говорят о хорошо развитой дыхательной системе. В исследуемой выборке 21 % юношей с пониженными и низкими значениями данного показателя, 64 % имеют индекс жизни выше среднего и высокий. Объяснением такого большого процента высоких значений индекса жизни могут быть пониженные значения массы тела у относительно большого числа студентов, что при расчете данного индекса дает более высокие значения этого показателя.

Из анализа индексов, характеризующих силовые возможности и функцию дыхательной системы, следует важный практический вывод: стандарты физического развития и показатели уровня здоровья должны учитывать микроэволюционные изменения морфологических и функциональных признаков особенно для детей, подростков и лиц раннего дефинитивного возраста, наиболее сенситивных к процессам акселерации или ретардации в популяциях.

Проведенное обследование состояния *сердечно-сосудистой системы* показало, что средние величины ЧСС, сАД и дАД находились в пределах нормы. За норму ЧСС принималось 60–85 ударов (уд.) в минуту. АД расценивалось как повышенное — более 140/90 мм рт. ст. (гипертензия), как пониженное — ниже 100/60 мм рт ст (гипотензия). Нормативы физиологических показателей приведены согласно традиционным медицинским стандартам (напр., [Моисеев, Сумароков, 1990]). Средний уровень ЧСС в покое (до нагрузки) составлял 72 удара. Частоту пульса ниже 60 уд. (брадикардия) имели 9 человек. Тахикардия (учащенное сердцебиение свыше 85 ударов в минуту) отмечена у 20 человек (9.8 %), из них у троих юношей ЧСС в покое составила более 100 уд.

Минимальное АД — 100/70 мм рт. ст. (3 чел.), максимальное — 160/80 мм рт. ст. (1 чел.). На момент исследования гипотензии у юношей не зафиксировано. Систолическое давление выше 140 мм рт. ст. отмечено у 3 человек, у 23 студентов (11.2 %) оно превышает 135 мм рт. ст. Артериальная гипертензия (АД>140/90) выявлена у 4 юношей (2 %), еще у 11 студентов (5.4 %) — АД=140/90.

Для количественной оценки уровня здоровья по характеристикам функции сердечно-сосудистой системы были рассчитаны следующие показатели: индекс  $(\text{ЧСС} \cdot \text{сАД})/100$  и время восстановления ЧСС до исходного уровня после дозированной физической нагрузки. По показателю  $(\text{ЧСС} \cdot \text{сАД})/100$  в нашем исследовании 30 % студентов характеризуются средним уровнем физического здоровья, 41 % — высоким и выше среднего, 29 % — низким и ниже среднего. По времени восстановления ЧСС 53 % обследуемых юношей имеют средний уровень физического здоровья, 11 % и 3 % — выше среднего и высокий, 18 % и 16 % — ниже среднего и низкий уровни здоровья (рис. 3). Большое количество юношей (около 30 %), имеющих пониженный и низкий уровни здоровья по этим показателям, свидетельствует о низких индивидуальных возможностях студентов по резерву функции сердечно-сосудистой системы.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

— У современных юношей 2002–2003 гг. исследования при сравнении с их сверстниками 1960–1969 гг. и 1990–1999 гг. исследования прослеживается эпохальная тенденция увеличения продольных размеров тела. Наряду с этим наблюдается значительное ухудшение силовых показателей.

— Существование определенных тенденций в совокупной изменчивости функциональных и морфологических признаков позволяет использовать показатели физического развития в качестве дополнительных маркеров для оценки уровня здоровья молодежи.

— Стандарты физического развития и критерии оценки уровня здоро-



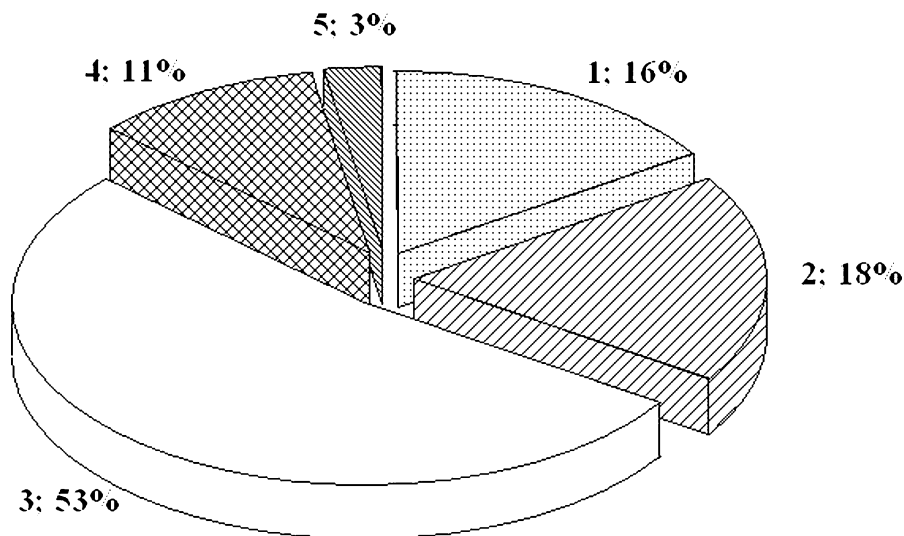


Рис. 3. Распределение групп физического здоровья юношей по показателю резерва функции сердечно-сосудистой системы (время восстановления частоты сердечного пульса после дозированной физической нагрузки).

1 — низкий уровень физического здоровья, 2 — ниже среднего, 3 — средний, 4 — выше среднего 5 — высокий

вья в современный период времени (начало III тысячелетия) требуют корректировки или возможного обновления с учетом микроэволюционных изменений морфологических и функциональных признаков для всех групп населения, особенно для детей, подростков и лиц раннего дефинитивного возраста, наиболее чувствительных к процессам акселерации или ретардации в популяциях.

— Большое количество студентов с пониженным и низким уровнем здоровья по функциональным показателям сердечно-сосудистой системы, с низким и пониженным физическим развитием свидетельствует о необходимости антропометрического мониторинга современной молодежи с целью ранней профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и рекомендации к занятиям физической культурой для улучшения физических кондиций.

## **Литература**

- Апанасенко Г.Л.* Об оценке состояния здоровья человека // Врач. дело. 1988. № 5. С. 112–114.
- Башкиров П.Н.* Учение о физическом развитии человека. М., 1962.
- Бунак В.В.* Теоретические вопросы учения о физическом развитии и его типах у человека / Уч. зап. МГУ. 1940. Вып. 34.
- Властовский В.Г.* Акцелерация роста и развития детей. М., 1976.
- Година Е.З., Пурунджан А.Л., Хомякова И.А.* Эпохальная трансформация размеров тела и головы у московских детей и подростков как критерий микроэволюционных процессов // Народы России. Антропология. 2000. Ч. 2. С. 77–123.
- Дерябин В.Е.* Использование компонентного анализа для оценки физического развития мужчин // Биол. науки. 1991. № 7. С. 70–78.
- Зайцев В.П., Крамской С.И.* Здоровье студентов технического высшего учебного заведения // Гигиена и санитария. 2003. № 2. С. 46–48.
- Камаев И.А., Васильева О.Л.* Динамика заболеваемости и особенности медицинского обслуживания студентов // Здравоохранение РФ. 2002. № 1. С. 26–29.
- Маркова А.И., Ляхович А.В., Медведь Л.М.* Образ жизни и здоровье студентов // Общественное здоровье и профилактика заболеваний. 2004. № 1. С. 31–35.
- Моисеев В.С., Сумароков А.В.* Внутренние болезни. М., 1990.
- Рапопорт И.К.* Системный подход к проведению врачебных профессиональных консультаций подростков и молодежи // Гигиена и санитария. 2000. № 1. С. 55–59.
- Романова Н.А., Путятина А.Г., Марцюха Н.В.* и др. Заболеваемость студентов-первокурсников медицинского университета за последние 5 лет // Международ. науч.-практ. конф. «Здоровье студентов»: Тез. докл. М., 1999. С. 150–151.
- Сауткин М.Ф., Толстова Т.И., Прошляков В.Д.* Динамика физического и полового развития студентов-медиков за период с 1976 по 1999 г. // Международ. науч.-практ. конф. «Здоровье студентов»: Тез. докл. М., 1999. С. 160–161.
- Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В.* Антропология. М., 1999.
- Ямпольская Ю.А.* Физическое развитие школьников — жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика, скрининг-оценки: Автореф. дис. ... д-ра биолог. наук. М., 2000.