

145

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Handwritten signature

На правах рукописи

БАГОЧЮНАС СТАНИСЛОВАС МИКОЛОВИЧ

**ОСОБЕННОСТИ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ФУНКЦИИ
У ПОДРОСТКОВ В РАЗНЫХ ФАЗАХ ПЕРИОДА
ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ**

03.00.13 — Физиология человека и животных

А в т о р е ф е р а т

**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

Тарту — 1981

Работа выполнена на кафедре гимнастики Литовского государственного института физической культуры и на кафедре физического воспитания Вильнюсского государственного университета им. В. Капсукаса.

Научный руководитель: доктор медицинских наук, проф.,
заслуженный деятель науки Лит. ССР
ПАВИЛОНИС С. В.

Научный консультант: кандидат биологических наук, доц.
ВАЩИЛА В. В.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
проф.
СТРЕЛЕЦ В. Г.

доктор медицинских наук, проф.
РЕЙНТАМ Ы. М.

Бедующая организация: Узбекский государственный институт физической культуры

Защита диссертации состоится « 6 » *июня* 1981 года
в *15⁰⁰* часов на заседании специализированного совета
К. 069. 02.07 Тартуского государственного университета по
адресу: 202400, г. Тарту, ул. Юликооли, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тартуского государственного университета;

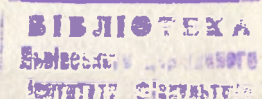
Автореферат разослан « 5 » *апреля* 1981 г.

Ученый секретарь специализированного
совета К. 069.02.07

Д. м. н., проф.

Л. Я. Тяхепылд

ТЯХЕПЫЛД Л. Я.



8635

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность избранной темы определяет то обстоятельство, что вестибулярный аппарат — сложная полифункциональная система, биологическое значение которой полностью еще не раскрыто и изучение его далеко не разрешено (В. В. Парин, 1969; А. Е. Курашвили, В. И. Бабияк, 1975). Анализ литературных данных показывает, что вестибулярная функция чаще всего исследовалась на взрослых людях или животных. Это ограничивает перенос полученных данных в физиологию подростков. Необходимость изучения вестибулярной функции в возрастном плане обоснована еще и тем, что организм человека на различных этапах индивидуального развития характеризуется качественно своеобразными физиологическими реакциями. В связи с этим, изучение вестибулярной функции должно строиться с учетом возрастных особенностей. Такой подход к изучаемому вопросу, нам кажется, будет способствовать устранению имеющихся на сегодняшний день в учебниках и руководствах по возрастной физиологии «белых пятен» в освещении тех или иных вопросов возрастной вестибулологии и имело бы большое значение при решении некоторых вопросов в космонавтике, авиации, трудовой и спортивной деятельности, отоларингологии и т. д.

Известно, что чрезмерные вестибулярные нагрузки отрицательно влияют на качественное исполнение движений во многих видах деятельности, связанных с множеством разнонаправленных ускорений, являющихся адекватным раздражителем вестибулярных рецепторных образований. Под действием вестибулярных нагрузок нарушается пространственная ориентация (Г. Л. Комендантов, 1964; А. Х. Миньковский, 1966; К. Л. Хиров, 1969; А. J. Benson 1973; В. Г. Базаров, 1976; J. C. Wanner 1976 и др.), координация дви-

жений и способность дифференцировать пространственные, силовые и временные характеристики (Ю. И. Наклонов, А. И. Яроцкий, 1953; А. В. Лебединский с соавт., 1963; А. А. Золотухин, Н. С. Сергеева, 1966; И. П. Байченко, В. В. Ващила, 1971; Г. С. Айзиков, И. И. Воинова, 1972; Г. В. Малка, 1978 и др.). Чрезмерные раздражители могут вызвать и более глубокие вегетативные сдвиги, появляющиеся в виде симптомокомплекса укачивания (В. И. Воячек, 1927; П. Л. Бареладзе, 1963; В. Г. Стрелец с соавт., 1968; P. Galban et. al. 1973; Б. И. Поляков с соавт., 1978 и др.). Поэтому становится понятной (с практической точки зрения) актуальность познания особенностей вестибулярной функции с целью избежания неблагоприятных воздействий на организм при вестибулярных нагрузках. Знание возрастных особенностей позволило бы научно обоснованно и оптимально строить процесс обучения сложным двигательным навыкам в условиях вестибулярных воздействий, что очень важно в подростковом возрасте, когда подростки во многих видах деятельности и, в частности, в спортивной деятельности должны достичь очень высокого уровня управления своими движениями.

Задачи исследования. Учитывая актуальность выше названной проблемы, в исследовании были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать особенности вестибуло-соматических реакций у подростков в отдельных фазах периода полового созревания.
2. Исследовать особенности вестибуло-вегетативных реакций и способность переносить кумулятивное раздражение вестибулярного аппарата у подростков в различных фазах периода полового созревания.

Для осуществления поставленных задач было необходимо сконструировать вестибулометрическую установку, имеющую широкий диапазон скоростей вращения и позволяющую точно фиксировать ответные реакции организма.

Научная новизна заключается в том, что: 1) впервые в научной практике, как за границей, так и в нашей стране, при исследовании вестибулярной функции у подростков возрастные группы разделены не по паспортному возрасту, а по степени половой зрелости, что позволило объединить исследуемых в однородные группы по их физическим и физиологическим особенностям. Это практически невозможно сделать в столь бурном периоде развития человеческого орга-

низма, учитывая лишь паспортный возраст; 2) сконструированная оригинальная вестибулометрическая установка позволяет дозировать величину вестибулярных нагрузок, начиная с подпороговых и кончая во много раз превышающими пороговые величины, что позволяет изучить, как подростки дифференцируют меняющиеся по величине вестибулярные нагрузки.

В нашем исследовании выявлено, что возбудимость вестибулярного анализатора повышается в бурных фазах периода полового созревания (пубертат: быстрая и медленная фазы). Электронистагмографические исследования отдельных компонентов нистагма в кульминационной его фазе, т. е. в первые 10 секунд и в последующем отрезке от 10-й секунды показывают, что при переходе с одной фазы половой зрелости в другую, более зрелую, частота нистагма увеличивается, амплитуда уменьшается, а скорость медленной фазы нистагма имеет волнообразный характер — при наступлении пубертатного периода наблюдается существенное уменьшение скорости медленной фазы по сравнению с нейтральным детством и вновь повышается лишь при завершении полового созревания в постпубертате. Наибольшее угасание во втором 10-ти секундном отрезке (по сравнению с первым) имеет скорость медленной фазы нистагма, далее идет частота и амплитуда. Воспроизведения пространственных и силовых параметров после вестибулярной нагрузки с возрастом улучшаются, но в периоде пубертата медленной фазы имеется резкое ухудшение в сторону преувеличения данных параметров воспроизведения, также в данном периоде полового созревания больший сдвиг имеется и в сердечно-сосудистой системе.

Впервые установлено, что вестибуло-соматические и вегетативные реакции своеобразно изменяются при переходе с одной фазы полового созревания в другую, т. е. имеются существенные сдвиги в выраженности этих реакций. Занятия спортом этих изменений существенно не сглаживают: закономерности по большинству показателей остаются аналогичными с изменениями у их сверстников, не занимающихся спортом.

Практическая значимость. Исследованы многие вестибулярные реакции как порог возбудимости, зависимость продолжительности нистагменной реакции от величины вестибулярной нагрузки, показатели отдельных компонентов нистагма (латентный период, продолжительность, частота, амплитуда, скорость медленной фазы), способность диффе-

ренцирования пространственных параметров и мышечных усилий, выраженность некоторых вестибуло-вегетативных реакций, способность переносить кумулятивное воздействие вестибулярных раздражителей углубляют имеющиеся недостаточные сведения в возрастной физиологии и отоларингологии. Выявленные закономерности вестибулярных реакций позволяют научно обоснованно строить процесс спортивных тренировок, прогнозировать пригодность отдельных лиц к различным видам трудовой и спортивной деятельности (авиация, космонавтика, мореплавание, спорт, цирковое и балетное искусство и т. д.) в подростковом возрасте с учетом уровня биологической зрелости подростков. Сконструированная нами вестибулометрическая установка внедрена в практику и может быть с успехом применена в клинике, в экспериментальных исследованиях и при тренировке вестибулярного аппарата.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и выводов. Общее количество страниц 192; 156 из них — текст, 27 рисунков, 21 таблица. Библиографический указатель содержит 327 наименований, 53 из которых — иностранные источники.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При электронистагмографических исследованиях, в виде вестибулярной нагрузки, мы применяли отрицательные угловые ускорения, возникающие при мгновенной остановке кресла (стоп-стимул) после равномерного вращения. С целью раздражения полукружных горизонтальных каналов голову исследуемого, наклоненную на 30° вниз, фиксировали на подголовнике. Калибровка нистагма производилась до вращения в 20° по методике, которая подробно описана в монографии А. Е. Курашвили и В. И. Бабияка (1970). Отдельные компоненты нистагма вычислялись общепринятыми методами, которые подробно описаны там же вышеуказанными авторами. Для обработки ЭНГ использовалась нистагмометрическая линейка СА, предложенная И. А. Сидельниковым и Н. Б. Платоновым (1975).

Для определения влияния вестибулярной нагрузки на продолжительность нистагма и иллюзии противовращения мы пользовались методом купулометрии (А. Egmond, J. Groen, L. Jongkees, 1948). При этом использовали стоп-стимулы после вращения кресла со скоростью 15, 30, 60 и $90^{\circ}/с$ в обе стороны. Время между отдельными вращениями после исчез-

новения постнистама составляло 1—1,5 минуты, также как и время вращения после пуска кресла. Порог возбудимости полукружных горизонтальных каналов определялся косвенным способом, т. е. по месту пересечения купулограммы с осью абсцисс (J. Groen, L. Jongkees, 1948).

В наших исследованиях в качестве адекватного раздражителя вестибулярного аппарата имело место 10-кратное вращение исследуемого в сидячем положении с опущенной вниз головой и закрытыми глазами, со скоростью $360^\circ/\text{с}$ (отолитовая реакция В. И. Воячека, 1927). После остановки вращения следовало быстрое выпрямление обследуемого в вертикальное положение. После этого немедленно регистрировались и оценивались следующие вестибуло-вегетативные и соматические реакции: частота сердечных сокращений, частота дыхания, точность воспроизведения движений в локтевом суставе, точность воспроизведения мышечных усилий кистью, время, затраченное на воспроизведение заданных параметров, степень падения исследуемого в сторону от вертикали.

Частота сердечных сокращений подсчитывалась по зубцам электрокардиограммы по пятисекундным отрезкам в течение одной минуты после вращательного периода, а частота дыхания определялась по пневмограмме за одну минуту по 10-секундным отрезкам.

Точность воспроизведения движений в локтевом суставе определялась при помощи кинематометра, прикрепленного на вращающейся установке, а точность воспроизведения мышечных усилий — динамометром, приспособленным нами на стрелке кинематометра. До начала вращения обследуемый 5-кратно отклонял стрелку кинематометра на 20° до ограничителя и сжимал динамометр на половину максимальной силы при зрительном контроле. То же самое повторялось с закрытыми глазами до начала вращения (исходные данные) и после вращения. Время, затраченное на воспроизведение данных движений, регистрировалось самописцем, получающим электрические сигналы от скользящего контакта на конце стрелки кинематометра.

Степень отклонения туловища исследуемого после пробы отолитовой реакции (OP_{10}), определялась визуально по четырехбалльной системе, т. е. фиксировалась нулевая, первая, вторая и третья степень (К. Л. Хилов, 1969).

Устойчивость исследуемого на позтор проб OP_{10} определялась повторением их с одноминутным интервалом отдыха до отказа от повторений или до появления признаков укачива-

ния (побледнение, покраснение, обильное потоотделение, тошнота и т. д.).

Уровень половой зрелости испытуемого мы определяли по методике С. В. Павилониса (1969).

Полученные экспериментальные данные подвергались вариационно статистической обработке на электронно-вычислительной машине.

Обследовано 5 групп подростков: нейтральное детство ($n=32$), препубертат ($n=38$), пубертат быстрая фаза ($n=51$), пубертат медленная фаза ($n=48$) и постпубертат ($n=25$). Электронистагмографическим методом обследовано 180 подростков, в том числе 40 спортсменов; купулометрическим методом — 178, в том числе 40 спортсменов и по методике ОР₁₀ обследовано 179 подростков, из них 40 спортсменов. Принявшие участие в исследованиях испытуемые были практически здоровы, отнесены к основной медицинской группе, не имевшие патологии ЛОР органов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Электронистагмографические показатели при различных величинах вестибулярной нагрузки

Исследования показали, что до наступления полового созревания в группе нейтрального детства имеется наибольшая возбудимость (порог возбудимости $1,89^\circ$), а при завершении полового созревания в группе постпубертата (порог возбудимости $4,07^\circ$) наименьшая, т. е. нужен больший стоп-стимул для возникновения ответной нистагмической реакции. Казалось бы, что с возрастом порог возбудимости увеличивается (возбудимость уменьшается), но оказалось, что возбудимость горизонтальных полукружных каналов имеет волнообразный характер, т. е. при появлении первых признаков полового созревания в группе препубертата имеется повышение порога возбудимости по сравнению с группой нейтрального детства (до $3,85^\circ$). В дальнейших фазах полового созревания, т. е. в группах пубертата быстрой фазы и пубертата медленной фазы, обнаружено понижение порога возбудимости до уровня группы нейтрального детства, а в группе постпубертата опять повышается порог возбудимости (выше, чем в группе препубертата).

У спортсменов возрастная динамика возбудимости полукружных горизонтальных каналов идентична с динамикой у незанимающихся спортом их сверстников. Необходимо отметить,

что у спортсменов порог возбудимости меньше, на что указали и другие авторы (И. П. Байченко, 1963; О. П. Панфилов, 1971 и др.), объясняя это тем, что у детей, занимающихся спортом, чувствительность рецепторных образований в начале снижается, после чего следует понижение порога возбудимости, в результате чего они могут тонко ощущать малейшие угловые ускорения, а также незначительные изменения положения тела в пространстве.

Таким образом данные показали, что до наступления периода полового созревания и в группах пубертата быстрой фазы и пубертата медленной фазы имеется более высокая возбудимость вестибулярного анализатора. Это объясняется тем, что выраженность вестибулосоматических реакций, в том числе и нистагма, обуславливается не только возбудимостью вестибулярного рецептора, но и тем, насколько кора головного мозга оказывает на эти реакции тормозные влияния (Н. Ф. Тюменцев, 1926; С. А. Злотников, 1949; К. Л. Хиллов, 1969; И. А. Сидельников, 1974 и др.). Поэтому можно предполагать, что причины повышения возбудимости рецепторных образований вышеуказанных групп вызваны менее выраженными тормозными процессами, осуществляемыми центральной нервной системой. Данную точку зрения подтверждает и исследование продолжительности нистагма при величине стоп-стимула $15^\circ/\text{с}$. Здесь мы имеем такую же возрастную динамику волнообразной продолжительности нистагма, как и порога возбудимости, т. е. наибольшая продолжительность имеется в группах нейтрального детства, пубертата быстрой фазы и пубертата медленной фазы (продолжительность нистагма составляет соответственно $19,11 \pm 1,42$; $17,85 \pm 1,42$; и $18,6 \pm 1,38$ с), а наименьшая и идентичная в группах препубертата и постпубертата — $13,98 \pm 1,13$ и $15,06 \pm 1,74$ с.

Латентное время возникновения нистагма после $15^\circ/\text{с}$ стоп-стимула имеет определенные возрастные особенности, которые заключаются в том, что в бурных фазах периода полового созревания, начиная с фазы препубертата имеется достоверное укорочение латентного периода по сравнению с группой нейтрального детства. Если в группе нейтрального детства латентный период был $0,65 \pm 0,07$ с, то в группе пубертата быстрой фазы — $0,43 \pm 0,05$ с ($p < 0,025$). При завершении полового созревания, т. е. в группе постпубертата, имеется увеличение продолжительности латентного периода близкое к величине группы нейтрального детства ($0,58 \pm 0,11$ с). У спортсменов такая же возрастная динамика продолжитель-

ности латентного периода, как и у их сверстников, незанимающихся спортом, только у них латентный период короче по сравнению с незанимающимися спортом.

Немаловажное значение имеют купулометрические исследования латентного периода, продолжительности и частоты нистагма в ответ на стоп-стимулы 15, 30, 60, 90°/с. Они показали, что увеличение стоп-стимула вызывает статистически достоверное увеличение продолжительности нистагма, частоты и латентного периода. Необходимо отметить, что достоверное увеличение данных показателей имеется лишь до стоп-стимула 60°/с. Увеличение стоп-стимула до 90°/с вызывает еще некоторое удлинение нистагма и увеличение частоты его, но эти изменения, по сравнению с показателями при величине стоп-стимула 60°/с, недостоверны. В некоторых случаях имеется и незначительное укорочение продолжительности нистагма, что отметили и другие авторы (J. Hulk, L. Jongkees, 1948; А. А. Шипов, В. Г. Овечкин, 1978 и др.).

Анализ нистагма в кульминационной его фазе, т. е. в первые 10 секундах и последующем отрезке с 10-й до 20-й секунды, учитывая величины отдельных его компонентов, как частоты, амплитуды и скорости медленной фазы, дает более полную картину возрастных особенностей данной реакции. К сожалению, мы не имеем возможности сравнить свои результаты с данными других исследователей, поскольку таких исследований, проведенных на данном контингенте в доступных нам литературных источниках, не обнаружено. Итак, в группе нейтрального детства частота нистагма в первые 10 сек. послевращательного периода составляет $2,41 \pm 0,09$ гц. При появлении первых признаков половой зрелости наблюдается некоторое понижение частоты нистагма в группе препубертата до $2,25 \pm 0,1$ гц. В дальнейшей фазе полового созревания пубертата быстрой фазы происходит достоверное увеличение частоты нистагма (по сравнению с группой препубертата) и достигает величины $2,54 \pm 0,1$ гц ($p < 0,05$). В следующих стадиях полового созревания пубертата быстрой фазы и постпубертата частота нистагма увеличивается незначительно и составляет соответственно $2,59 \pm 0,13$ и $2,57 \pm 0,21$ гц. В дальнейшем отрезке нистагма от 10-й до 20-й секунды эта волнообразность сглаживается и с переходом с одной стадии половой зрелости в другую, более зрелую, обнаружено постепенное увеличение частоты как у незанимающихся спортом, так и у спортсменов. Эти данные подтверждают мнение тех авторов, которые констатируют, что с возрастом частота нистагма увеличивается (Ю. В. Катиков, 1966; Б. Б. Шаров, 1967;

А. И. Тумаков, 1972). Другой же компонент нистагма — амплитуда имеет противоположный возрастной характер, т. е. с возрастом, переходя с одной фазы полового созревания в другую более зрелую, наблюдается уменьшение амплитуды, как в первом 10-секундном отрезке, так и в последующем с 10-й до 20-й секунды, хотя статистической значимости не имеется. Эти наши данные не противоречат данным других авторов (L. Tibbling, 1969). Учитывая то, что в возрастном аспекте имеются лишь одиночные и противоречивые сведения (L. Tibbling, 1969; А. И. Тумаков, 1972; В. Г. Базаров, Л. И. Радионенко, 1976) о данном компоненте нистагма, считаем, что наши результаты исследований будут иметь ценность как для возрастной физиологии, так и определенную значимость для трудовой профессиональной и спортивной практики при определении функционального состояния вестибулярного анализатора. Отметим то, что самые яркие межгрупповые различия скорости медленной фазы нистагма у незанимающихся спортом испытуемых имеются лишь в кульминационной фазе протекания нистагменной реакции, т. е. в первом 10-секундном отрезке. В последующем отрезке от 10-й до 20-й секунды, каких-либо межгрупповых различий не имеется, поскольку разница между самой большой величиной скорости медленной фазы в группе пубертата быстрой фазы и самой маленькой в группе постпубертата составляет лишь 3,22°/с. В первом 10-секундном отрезке самая большая скорость медленной фазы нистагма имеется в группе нейтрального детства ($43,78 \pm 3,24^\circ/\text{с}$). В начале полового созревания в группе препубертата наблюдается резко выраженное падение скорости медленной фазы нистагма по сравнению с группой нейтрального детства (до $35,14 \pm 2,44^\circ/\text{с}$) ($p < 0,05$). В следующих периодах полового созревания, т. е. в группах пубертата быстрой фазы и пубертата медленной фазы, скорость медленной фазы нистагма мало изменяется по сравнению с группой препубертата. При завершении полового созревания имеется повышение скорости медленной фазы, близкое к величине группы нейтрального детства ($40,81 \pm 5,11^\circ/\text{с}$). У спортсменов характер возрастной динамики скорости медленной фазы нистагма иной: имеется тенденция уменьшения средней скорости медленной фазы нистагма с возрастом, как в первом, так и во втором 10-секундном отрезках. Если в группе препубертата различия в скорости медленной фазы между незанимающимися спортсменами идентичные, то в последующих фазах полового созревания у спортсменов скорость медленной фа-

зы ниже, по сравнению с их сверстниками, незанимающимися спортом. Это свидетельствует о том, что данный компонент нистагма более изменяется под воздействием спортивных тренировок нежели другие его компоненты. Также отметим то, что угасание скорости медленной фазы во втором 10-секундном отрезке происходит больше, нежели других компонентов — частоты и амплитуды нистагма. Результаты исследования показали, что в возрастном аспекте самый большой процент угасания скорости медленной фазы имеется в группах нейтрального детства и постпубертата, т. е. до начала полового созревания и по окончании его (на 52,7—49,4%). В то время как в фазах бурного полового созревания скорость медленной фазы нистагма угасает во втором 10-секундном отрезке меньше (на 42,2—39,3%).

Степень отклонения туловища от вертикали и дифференцирования пространственных и мышечных усилий после вестибулярной нагрузки

Результаты исследования показали, что степень отклонения туловища после пробы OP_{10} с возрастом уменьшается, но в периоде пубертата медленной фазы имеется увеличение степени отклонения по сравнению с предыдущей возрастной группой пубертата быстрой фазы. Это по-видимому можно объяснить тем, что у подростков младшего возраста, а также в периоде пубертата медленной фазы, имеется более отрицательная окраска сенсорных реакций, в результате чего кора головного мозга труднее их подавляет, создавая условия для появления более выраженных вестибуло-соматических реакций, в данном случае — степени отклонения туловища. У спортсменов имеется менее выраженная степень отклонения туловища после пробы OP_{10} во всех обследованных группах, по сравнению с их сверстниками, незанимающимися спортом. Тут же необходимо отметить, что в группе пубертата медленной фазы имеется наибольшая степень отклонения туловища по сравнению с другими, находящимися в возрастном периоде полового созревания. Наибольший процент случаев самой неблагоприятной реакции (третьей степени) имеется в группе нейтрального детства и составляет 66,7%. В группе препубертата таких случаев меньше — 45,2%. Аналогичные данные имеем в группах пубертата быстрой и медленной фаз, где число случаев третьей степени отклонения туловища от вертикали после пробы OP_{10} составляет 40% и 44,4%. При завершении полового созревания в

группе постпубертата имеется наименьшее число случаев третьей степени — 33,3%.

Отмеченное нами снижение соматических лабиринтных реакций с возрастом и под влиянием спортивных тренировок, можно оценивать как приспособительную функциональную перестройку растущего организма в условиях его двигательной деятельности. Это, по-видимому, обусловлено более выраженным, коррегирующим влиянием коры головного мозга на центры тонической деятельности и более быстрым понижением возбудимости их к раздражающему действию импульсов возбуждения. Более совершенное произвольное управление мышечной деятельностью с возрастом, по-видимому, является одной из основных причин менее выраженных соматических реакций при воздействии ускорений на организм подростков (В. В. Вашила, 1970).

Немаловажное значение имеет исследование точности движения руки в локтевом суставе и воспроизведение кистью заданных усилий после вестибулярных нагрузок. Полученные данные показывают значительные изменения в деятельности двигательного аппарата после вестибулярных нагрузок. Так в группе нейтрального детства амплитуда воспроизведения после вестибулярной нагрузки увеличилась на 20,3% ($p < 0,005$), в группе препубертата — на 13,6% ($p < 0,005$). В следующей фазе периода полового созревания пубертата быстрой фазы имеется самая маленькая величина преувеличения амплитуды по сравнению с другими группами и составляет 6,09% ($p = 0,2$). В группе пубертата медленной фазы имеется самое большое увеличение воспроизводимой амплитуды на 21,7% ($p < 0,001$) по сравнению с исходным его уровнем. В завершающей стадии полового созревания в постпубертате воспроизведение значительно улучшается: преувеличение составляет 7,5% ($p > 0,1$).

На стимулирующее влияние вращательных нагрузок в какой-то мере указывают полученные нами данные о том, что большинство обследуемых на 5-кратное воспроизведение заданных движений затрачивали меньше времени после вестибулярной нагрузки, нежели до нее, в то время как амплитуда воспроизводимого движения и мышечных усилий увеличивалась. Менее выраженное нарушение точности движения в локтевом суставе, при вестибулярном раздражении, отмеченное в группах пубертата быстрой фазы и постпубер-

тата, видимо, обусловлено коррегирующим влиянием коры головного мозга.

Если учесть то обстоятельство, что ряд авторов (Б. С. Волков, 1962; А. П. Тамбиева, 1962; Е. В. Хохрякова, 1964) изменения в пространственной ориентировке ставят в причинную зависимость от уровня развития функции двигательного анализатора, то мы могли ожидать, что с возрастом исследуемых будет улучшаться способность дифференцировать амплитуду движений и мышечных усилий. Однако, несмотря на функциональную готовность двигательного анализатора (к подростковому возрасту) к мышечным дифференцировкам, эта способность в значительной мере зависит от уровня половой зрелости. Показатели дифференцирования как мышечных усилий, так и пространственных параметров с возрастом (в периоде полового созревания) носят после адекватного раздражения вестибулярного анализатора не улучшающийся или ухудшающийся характер, а волнообразный.

Влияние вестибулярных нагрузок на выраженность вестибуловегетативных реакций.

Результаты исследования показали, что адекватное раздражение вестибулярного анализатора в первых секундах после-вращательного периода в большинстве случаев (86,2 — 100%) вызывает учащение пульса и особенно в группах нейтрального детства, препубертата, пубертата быстрой фазы и пубертата медленной, как у незанимающихся спортом, так и у спортсменов. При завершении полового созревания, случаи учащения пульса встречаются реже, по сравнению с предыдущими группами (в 66,7—69,4%). Несмотря на то, что результаты наших исследований получены на ином контингенте нежели других авторов, они не находятся в противоречии с литературными, указывающими также на превалирование симпатического эффекта в динамике частоты сердечных сокращений после вестибулярных нагрузок (И. С. Усачев, 1965; В. А. Левандо, 1966; Г. Г. Асланян, Д. И. Тарасов, 1968; А. И. Тумаков, 1972; В. Ф. Гружевская, 1978 и др.). Анализ динамики частоты сердечных сокращений по 5-секундным отрезкам времени позволил установить наибольшее учащение пульса (статистически достоверно во всех группах, за исключением группы постпубертата), в первых 5-ти секундных отрезках, после чего наступает возвращение частоты пульса к исходной величине. Но результаты исследований показывают, что пульс возвращается к исходному уровню

не во всех обследованных группах одинаково быстро. Если в группах нейтрального детства, препубертата и пубертата быстрой фазы незанимающихся спортом пульс возвращается к исходному уровню до 35-й — 40-й секунд, то в группе пубертата медленной фазы у незанимающихся спортом частота пульса возвращается лишь на 60-й секунде послеवращательного периода, а у спортсменов вовсе не возвращается, оставаясь выше исходной величины. В группе постпубертата пульс возвращается к исходному уровню уже на 15-й секунде. Необходимо отметить то, что в группах спортсменов препубертата и постпубертата после возвращения пульса к исходной величине и ниже ее с 25-й — 30-й секунды наблюдается учащение пульса выше исходного уровня с последующим замедлением ниже исходной величины. Такую динамику частоты сердечных сокращений можно объяснить координирующим влиянием коры головного мозга на соотношение симпатических и парасимпатических реакций.

В послевращательном периоде имеются наибольшие сдвиги изменения пульса (в первом 5-секундном отрезке) в сторону учащения в группах нейтрального детства на 18,8% ($p < 0,001$) и пубертата медленной фазы у незанимающихся спортом на 20,6% ($p < 0,001$), а у спортсменов на 27,1% ($p < 0,025$). Наименьшие сдвиги имеются в группах постпубертата на 4,7% ($p > 0,5$) и препубертата у спортсменов 5,2% ($p > 0,5$).

Результаты наших исследований показывают некоторый параллелизм между возбудимостью вестибулярного анализатора и изменениями частоты пульса в послевращательном периоде. Если в группах нейтрального детства и пубертата медленной фазы имеется большая возбудимость вестибулярного анализатора (порог возбудимости меньше), нежели в других группах, то у них в большей степени выражены изменения в частоте сердечных сокращений.

При исследовании вестибулярной функции немаловажное значение имеет изучение изменений в деятельности дыхательной системы под влиянием вестибулярных нагрузок. Наши данные подтверждают существующую функциональную связь между вестибулярным анализатором и дыханием, поскольку в подавляющем числе случаев под влиянием вращательных нагрузок происходит учащение или замедление дыхания. Эти изменения наиболее видны в первом 10-ти секундном отрезке послевращательного периода. Следует отметить то, что в группах нейтрального детства, препубертата, пубертата быстрой фазы как у не-

занимающихся спортом, так и у спортсменов, а также в группе пубертата медленной фазы незанимающихся спортом превалируют случаи учащения дыхания (52—80% случаев) над случаями замедления. В группах постпубертата и спортсменов пубертата медленной фазы превалируют случаи замедления частоты дыхания (57,1—70%) над случаями учащения. Эти наши данные не находятся в противоречии с данными других авторов, как по поводу учащения, так и замедления, поскольку одни авторы (Н. Н. Лозанов, 1938; А. С. Киселев, 1966 и др.) указывают на преимущественное учащение дыхания, а другие (Б. И. Поляков, 1967)— на преимущественное замедление дыхания или как учащение, так и замедление (А. И. Яроцкий, 1939; В. В. Ващила, 1970).

Изменения частоты дыхания при вестибулярных раздражениях, имеют рефлекторное происхождение. А величина рефлекса, находится в зависимости не только от состояния функции различных рецепторов и, в частности, каротидного синуса, но и от регулирующего влияния коры головного мозга. Импульсы, дошедшие до коры головного мозга с различных рецепторов, могут вызывать дискоординацию в динамически антагонизирующих механизмах вегетативной нервной системы. Увеличение частоты дыхательных движений является следствием возбуждения под влиянием вестибулярной импульсации симпатического, а замедление дыхания—парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (К. Л. Хиллов, 1969).

В наших исследованиях имевшее место учащение дыхания в группах нейтрального детства, препубертата, пубертата быстрой фазы и пубертата медленной фазы как у незанимающихся спортом, так и у спортсменов позволяет предполагать превалирование возбуждений вестибулярной импульсации на симпатические отделы вегетативной нервной системы, а при завершении полового созревания — преимущественное возбуждение парасимпатического отдела.

Эффективным методом исследования способности подростков переносить кумуляцию вестибулярных раздражений оказалось повторение с минутным отдыхом вращательных проб ОР₁₀. Самой чувствительной к кумуляции вестибулярных нагрузок оказалась самая младшая группа нейтрального детства. Они выдержали среднее число проб равное $2,56 \pm 0,26$. При наступлении полового созревания в препубертате этот пока-

затель существенно увеличивается — до $3,87 \pm 0,45$ ($p < 0,01$). В дальнейшей фазе половой зрелости пубертата быстрой фазы число выдержанных проб незначительно уменьшается по сравнению с группой препубертата и в следующих фазах — пубертате медленной фазы и постпубертате постепенно увеличивается соответственно до $4,0 \pm 0,47$ и $4,38 \pm 0,43$. Каких либо существенных внутригрупповых различий между занимающимися спортом и спортсменами не обнаружено, но видна тенденция, что спортсмены более устойчивы к кумуляции вестибулярных нагрузок нежели их сверстники занимающиеся спортом.

ВЕСТИБУЛОМЕТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

8635

Под базу нами сконструированной вестибулометрической установки был использован стенд УПГ-56 для проверки и испытания гироскопических приборов. Грузоподъемность платформы этого стенда была не более 8 кг. Мы изменили опорно-радиальный подшипник на более мощный, усилили платформу и другие опорные узлы, приспособили кресло для обследуемого. Установка имеет 43 фиксированные скорости (влево и вправо) от 0,05 до $360^\circ/\text{с}$, что разрешает получать «стоп-стимул» различной величины. Торможение производится сконструированным мощным тормозом вручную. Время останова кресла остается постоянным, независимо от веса исследуемых и скорости вращения. Имеющееся в установке токосъемное устройство из 16-ти контактных колец и щеток позволяет регистрировать любые электрические сигналы от пациента не только в покое, но и во время вращения. С целью получения качественной записи электрокардиограммы, электронистаграммы и других показателей мы использовали экранизированные провода с надежным их заземлением. На передней части кресла установлен головодержатель, позволяющий фиксировать голову исследуемого, наклоненную вперед на 30° при раздражении полукружных горизонтальных каналов. В зависимости от роста исследуемого, с помощью болтов можно регулировать высоту и расстояние от пациента до головодержателя. Для исследования способности испытуемых дифференцировать пространственные параметры, на кресле установлен кинематометр Жуковского. Для определения способности дифференцирования мышечных усилий на стрелке кинематометра нами приспособлен динамометр. Графическая регистрация времени, затраченного для воспроизведения заданных мышечных усилий и

пространственных параметров, происходит на самописец, который получает электрические импульсы от скользящего контакта, смонтированного на конце стрелки кинематометра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученный экспериментальный материал показал, что возбудимость вестибулярного анализатора у подростков в периоде полового созревания изменяется волнообразно, т. е. в пубертате быстрой и медленной фаз возбудимость повышается по сравнению с препубертатом и вновь понижается при окончании полового созревания в постпубертате. При малых величинах вестибулярного раздражителя продолжительность нистагма в группах пубертата быстрой и медленной фаз существенно больше по сравнению с его длительностью в группе препубертата и постпубертата. Другие же компоненты нистагма, как частота с переходом из одной фазы полового созревания в другую, более зрелую, увеличивается, а амплитуда уменьшается. Такой компонент нистагма как скорость медленной фазы, так же как и возбудимость имеют волнообразный возрастной характер, который заключается в том, что в бурных фазах полового созревания скорость ее уменьшается по сравнению с группами до наступления и при завершении полового созревания.

Необходимо отметить то, что воспроизведение пространственных и силовых параметров после вестибулярной нагрузки с возрастом улучшается, но в периоде пубертата медленной фазы имеется резкое ухудшение воспроизведений по сравнению с другими группами, заключающееся в более выраженном преувеличении данных параметров. Также в периоде пубертата медленной фазы более выражены сдвиги и в сердечно-сосудистой системе; у них требуются больше времени для восстановления частоты сердечных сокращений до исходного уровня после вестибулярных нагрузок.

Необходимо отметить и то, что полученные нами данные о величине и динамике вестибуло-соматических и вегетативных реакций, в зависимости от уровня половой зрелости, пополняют теоретические знания в области возрастной физиологии и могут быть использованы при изучении некоторых вопросов клиники, трудового и спортивного обучения. Содержащиеся в диссертации сведения могут быть применены также при отборе контингента в школы юных космонавтов и в секции некоторых видов спорта, предъявляющих повышенные требования к вестибулярной функции.

ВЫВОДЫ

1. Возбудимость вестибулярного анализатора в группах пубертата быстрой и медленной фаз больше, чем у подростков в периодах препубертата и постпубертата (как у спортсменов, так и у лиц незанимающихся спортом).

2. Увеличение продолжительности нистагма при слабом раздражении (стоп-стимул $15^{\circ}/с$) в периодах пубертата быстрой и медленной фаз по сравнению с продолжительностью нистагма у подростков периода препубертата и постпубертата (как у спортсменов, так и у лиц, незанимающихся спортом) указывает на трудности восстановления гомеостатического состояния исследуемой функциональной системы в периоде бурной фазы развития человека.

3. Купулометрический метод исследования показал, что во всех фазах полового созревания продолжительность и частота нистагма увеличиваются, а его латентный период укорачивается при увеличении стоп-стимула только до $90^{\circ}/с$. Поэтому, при обследовании подростков методом купулометрии, рекомендуем применять стоп-стимулы не превышающие $90^{\circ}/с$.

4. Динамика скорости медленной фазы нистагма в периоде полового созревания имеет волнообразный характер. Она уменьшается при наступлении препубертатной фазы. Вновь скорость медленной фазы нистагма повышается при завершении полового созревания в постпубертате. У спортсменов-подростков в соответствующие фазы полового развития такой динамики не отмечается.

5. При развитии половой зрелости порог чувствительности вестибулярного анализатора, продолжительность нистагма и скорость его медленной фазы имеют волнообразный характер. В ходе прогрессивного периода онтогенеза частота нистагма увеличивается, а амплитуда — уменьшается.

6. Характер угасания отдельных компонентов нистагма не одинаковый: после кульминационного периода реакции (первые 10 секунд) больше всего угасается скорость медленной фазы нистагма, затем — частота и, наконец, — амплитуда.

7. После вращательной нагрузки точность воспроизведения движения в локтевом суставе, а также силы кисти, у подростков в период полового созревания меняются в сторону ухудшения. С биологическим возрастом подростков воспроизведение заданных параметров после вращательной нагрузки становится более точным. Однако в период пубер-

тата медленной фазы эти способности резко ухудшаются, а в постпубертате — быстро восстанавливаются.

8. С биологическим возрастом величина отклонения туловища в сторону после вестибулярной нагрузки (OP_{10}) уменьшается. Подростки-спортсмены достигают этого уменьшения на более ранних фазах биологического созревания, чем подростки, незанимающиеся спортом.

9. В периоде пубертата медленной фазы наблюдается резкое учащение пульса и медленное его восстановление к исходной величине после вращательной нагрузки (OP_{10}) как у подростков - спортсменов, так и у лиц, незанимающихся спортом. Поэтому в медленной фазе пубертата требуется особая осторожность при дозировании физических упражнений, раздражающих вестибулярный анализатор.

10. Сконструированное нами электровращающееся кресло, в отличие от серийно изготавливаемых кресел и кресел, описываемых в литературе, имеет такие преимущества, как широкий диапазон скоростей вращения, эффективное тормозное устройство, возможность регистрации функциональных показателей во время вращения и транспортабельность аппарата. Это позволяет проводить комплексные клинические и экспериментальные исследования, а также использовать его для тренировок вестибулярного анализатора.

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Изучение дифференцирования движения в юношеском возрасте при адекватном раздражении вестибулярного анализатора.—В кн.: Материалы 28-й науч.-метод. конференции преподавателей ИФК и кафедр физ. воспитания вузов Лит. ССР. Каунас, 1974, с. 10—12. Соавт.: В. Ващила, В. Казлаускас.

2. Исследование функции вестибулярного анализатора у подростков пубертатного периода методом купулометрии. — В кн.: Материалы 29-й науч.-метод. конференции преподавателей ИФК и кафедр физ. воспитания вузов Лит. ССР. Каунас, 1975, с. 4—6. Соавт.: В. Ващила.

3. О функциональном состоянии вестибулярного анализатора у подростков пубертатного периода. — В кн.: Материалы науч. конференции Прибалтийских республик и Белоруссии по спортивной тренировке. Вильнюс, 1976, с. 14—15.

4. Применение метода купулометрии при изучении функции вестибулярного анализатора у подростков. — В кн.: Науч. труды учебных заведений Лит. ССР. Физическая культура. Вильнюс, 1977, с. 11—14. Соавт. В. Ващила.

5. Исследование вестибулярной функции у подростков в периоде половой зрелости методом электронистагмографии. — В кн.: Материалы науч.-метод. конференции преподавателей Лит. гос. ин-та физич. культуры. Вильнюс, 1978, с. 39—40. Соавт. В. Ващила.

6. О пороге возбудимости горизонтальных полукружных каналов у подростков в периоде половой зрелости. — В кн.: Материалы науч.-метод. конференции преподавателей Лит. гос. ин-та физич. культуры. Вильнюс, 1978, с. 53—55. Соавт. В. Вашила.

7. О некоторых вестибуло-вегетативных реакциях у подростков, занимающихся спортом и спортсменов в период полового созревания. — В кн.: Материалы республиканской науч.-метод. конференции преподавателей высших учебных заведений Лит. ССР, посвященной 400-летию Вильнюсского университета, Вильнюс, 1979, с. 4—5.

8. Некоторые особенности вестибулярной функции в разных стадиях периода половой зрелости. — В кн.: Науч. труды высших учебных заведений Лит. ССР. Физическая культура. Вып. 11, Вильнюс, 1979, соавт. В. Вашила.

9. Вестибулометрическая установка. Удостоверение на рац. предложение № 1363, 1979. выдано Министерством здравоохранения Лит. ССР, Соавт. В. Вашила.

10. Влияние вестибулярных нагрузок на некоторые вестибуло-вегетативные и соматические реакции у подростков в различных стадиях биологической зрелости. — В кн.: Вопросы физического совершенства людей различного возраста. Вильнюс, 1979, с. 5—11. Соавтор В. Вашила.

11. Вестибулометрический стул. — «Свейкатос апсауга», 1980, № 8, с. 48—49 (на лит. яз.). Соавтор В. Вашила.

12. Чувствительность и реактивность вестибулярного анализатора у подростков в различных фазах периода половой зрелости. — В кн.: Материалы 2-го Всесоюзного симпозиума «Антропогенетика, антропология и спорт». Винница, 1980, с. 138—139. Соавтор С. Павилонис.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛОЖЕНЫ

1. На республиканской научно-методической конференции преподавателей ИФК и кафедр физического воспитания вузов Лит. ССР. Каунас, 1974, 1975, 1978.

2. На 6-й научно-метод. конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки. Вильнюс, 1976.

3. На научно-метод. конференции преподавателей высших учебных заведений Лит. ССР, посвященной 400-летию Вильнюсского университета. Вильнюс, 1979.