

УДК 612.886:796.03:796.015

**Г.Г. Бурак**

## **Активизация двигательных функций людей методом тренировки вестибулярной системы**

Двигательная активность является одним из биологических свойств людей всех возрастов и имеет выраженные социальную обусловленность и социальную значимость. Полноценное удовлетворение потребности в движении обеспечивает эффективность познавательного развития в детском возрасте, благоприятствует физическому и психическому становлению и развитию личности людей, определяет: а) успешность эмоциональной и волевой регуляции поведения, б) устойчивость к нагрузкам и стрессам, в) позитивную социально-психологическую адаптацию.

В современных условиях, преобразующих мировое социально-экономическое и социокультурное пространство, появилось много факторов, накладывающих глубокий отпечаток на все стороны жизни людей. Цивилизационный процесс отдаляет людей от естественных условий существования, что ограничивает их биологическую потребность в движении. Научно-технический прогресс облегчил или полностью заменил физический труд, сузил диапазон действий опорно-двигательного аппарата человека, снизил уровень его физической активности и расходуемой энергии, грубо нарушил экологическую безопасность, что привело к нарушению жизненных функций людей.

В сложившейся ситуации исключительно важным являются поиски путей и разработка методов активизации двигательных функций людей, которые должны базироваться, по нашему мнению, на:

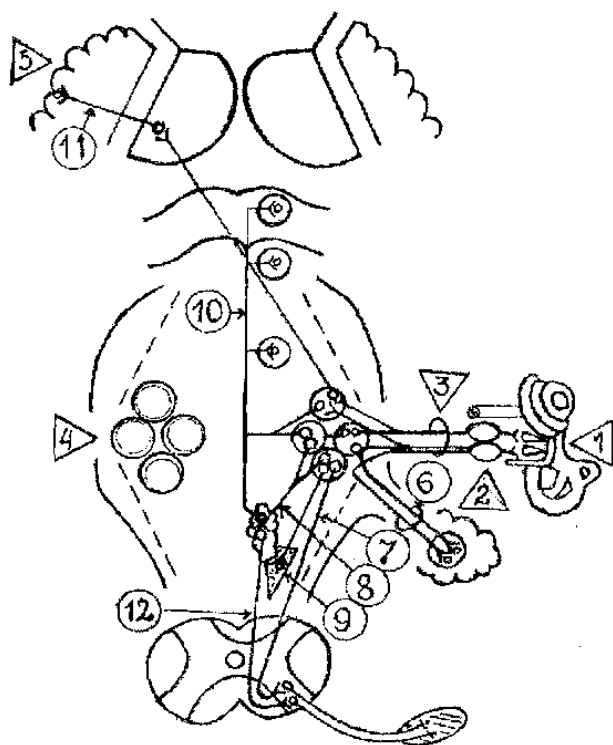
1) закономерностях становления и развития физических качеств людей в онтогенезе;

2) системно-структурном принципе оценки воздействия активного двигательного режима на разных этапах онтогенеза человека;

3) морфофункциональных данных о взаимодействии систем организма, обеспечивающих двигательные функции организма человека и их регуляцию.

**Медико-биологическое обоснование предлагаемого метода.** Наши убеждения о возможности влияния на состояние здоровья людей, их двигательную активность, физическое и психологическое развитие методом тренировки вестибулярной системы базируются на следующих основополагающих данных.

Во-первых, рецепторная часть вестибулярной системы (статические образования вестибулярного аппарата) являются индикатором положения головы и тела в состоянии относительного покоя и при движениях. В процессе эволюции и в онтогенезе человека они развиваются очень рано. Все отделы статических образований полностью сформированы уже к 8 месяцам плодного периода развития человека. К этому времени специализированные структуры вестибулярного аппарата имеют анатомически состоятельные связи с вестибулярными центрами в головном мозге. В онтогенезе (особенно в раннем детском возрасте) развиваются и совершенствуются множественные связи вестибулярных центров с мозжечком, двигательными центрами спинного и стволовой части головного мозга (рис.). Начиная с раннего детского возраста, рецепторная часть вестибулярной системы является не только пусковым механизмом формирования приспособительных реакций организма к изменяющимся положениям головы и тела, но и обеспечивает регуляцию двигательных функций в соответствии с потребностями организма человека.



**Рис. Схема связей нейронов вестибулярного ядерного комплекса:**

- 1 – вестибулярный аппарат;
- 2 – вестибулярный узел;
- 3 – вестибулярная часть преддверно-улиткового нерва;
- 4 – вестибулярный ядерный комплекс;
- 5 – кора височной доли полушарий;
- 6 – вестибулярно-мозжечковый путь;
- 7 – вестибулярно-спинномозговой путь;
- 8 – вестибулярно-ретикулярный путь;
- 9 – вестибулярно-вегетативный путь;
- 10 – проводящий путь к нейронам ядер III, IV, VI пар черепных нервов;
- 11 – вестибулярно-корковый путь;
- 12 – ретикулярно-спинномозговой путь.

Во-вторых, вестибулярная система имеет множественные связи с вегетативными центрами в спинном и головном мозге (рис.), через нейроны которых она влияет на работу сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и эндокринной систем. Она адаптирует работу этих систем к потребностям органов опорно-двигательного аппарата при изменяющихся режимах их функционирования, участвует в обеспечении энергетике сократительной функции мышц, которая является физиологической основой движений. У взаимоотношений вестибулярной системы с вегетативной частью нервной системы человека есть и обратная связь. Обменные процессы в специализированных образованиях вестибулярной системы (нейроэпителий статических образований, нейроциты узлов и ядер) и их специфическое функционирование регулируются вегетативной нервной системой [2, 3, 5, 7].

В-третьих, особый интерес представляют прямые и опосредованные связи вестибулярной системы с нейронами ретикулярной формации (рис.). По этим связям от специализированных образований вестибулярной системы к нервным клеткам ретикулярной формации поступает спонтанная или активная импульсация, которая активирует формацию [1, 8, 11]. Последняя, через свои ассоциативные и восходящие пути, участвует в регуляции мозгового кровообращения, создавая благоприятные условия для функционирования головного мозга в целом и коры больших полушарий в частности. Вследствие активизации подкорковых и корковых центров головного мозга активизируется и улучшается их регулирующее и интегрирующее влияние на все функции организма человека.

**Материал и методы собственных исследований.** Для получения объективных данных об участии вестибулярного аппарата в регуляции мозгового кровообращения были поставлены три серии опытов на половозрелых кроликах-неальбиносах массой 2–2,5 кг.

I серия (5 кроликов) – вызывалась токсическая дегенерация нейроэпителия статических образований вестибулярного аппарата введением (внутримышечно) канамицина сульфата в дозе 120 мг/кг веса на 0,5% растворе новокаина в течение 10 суток ежедневно (суммарная доза около 3000 мг);

II серия (25 кроликов) – вызывались нарушения мозгового кровообращения у здоровых животных окклюзией позвоночных артерий с обеих сторон;

III серия (25 кроликов) – вызывалась токсическая дегенерация нейроэпителия (как и у животных I серии) с последующей 2-сторонней окклюзией позвоночных артерий.

Материалом исследования у животных всех серий явились кусочки ствола мозга (область вестибулярного ядерного комплекса) и кора височной доли больших полушарий (рис.). Изменения в микрососудах и нейроцитах исследованных образований мозга оценивались после окраски их общегистологическими и специальными методами. Материал от животных II и III серий изучался в динамике в сроки от 60 минут до 90 суток после нарушения мозгового кровообращения.

**Результаты собственных исследований и их обсуждение.** Целью первой серии опытов явилось – вызвать полную гибель статических образований вестибулярного аппарата и, тем самым, а) исключить его центральную роль в генерировании двигательной эфферентации, обеспечивающей поддержание нужного положения тела и, вместе с тем, б) снять его регулирующее влияние на мозговое кровообращение. Введением больших суммарных доз ототоксического антибиотика мы достигли цели – все сенсорные и секреторные клетки

статических образований погибли вследствие некротических изменений. Подобные изменения наблюдались нами у больных, которых лечили большими дозами канамицина сульфата [6].

У животных II и III серии опытов изменения в микрососудах ствола мозга и нарушения содержания специфического субстрата-тигроида в нейронах ядер ствола принципиально отличались по степени своей тяжести, времени развития и продолжительности проявлений.

Нарушения мозгового кровообращения у животных со здоровой вестибулярной системой (II серия опытов) вызывали вазомоторные изменения во всех звеньях микроциркуляторного русла и сопряженные с ними реактивные изменения содержания и распределения тигроида в цитоплазме нейронов всех чувствительных, соматически-двигательных и вегетативных центров. При этом, сосудистые и сосудисто-нейрональные изменения в стволе мозга носили преходящий характер (до 3-х суток после операции) вследствие их быстрой компенсации за счет других механизмов регуляции мозгового кровообращения [1, 8, 9, 10].

В коре височных долей полушарий изменений в микрососудах и нейронах не выявлено.

Нарушение мозгового кровообращения у животных с полностью погибшими специализированными структурами вестибулярного аппарата (III серия опытов) вызывало устойчивые (до 3-х месяцев) патологические изменения в микрососудах ствола и коры височных долей [4, 12]. Параллельно развивались метаболические и деструктивные изменения в нейронах а) ядер ствола мозга, б) ретикулярной формации и в) коры височных долей. Нарушения в системе гемомикроциркуляции проявлялись: а) сосудистыми изменениями (десквамация и вакуолизация эндотелия, отек и фрагментация базальной мембраны); б) внутрисосудистыми изменениями (капилляро- и венулостазы); в) внесосудистыми изменениями (периваскулярный отек, гиратация нейропиля, сателитоз).

Одновременно с нарушениями в системе гемомикроциркуляции развивались тотальный тигролиз и исчезновение рибонуклеопротеидов в большинстве (до 63%) нейроцитов, что приводило к дистрофически-атрофическим и дистрофически-некротическим изменениям в нейронах чувствительных, двигательных и парасимпатических ядер ствола, в нейронах ретикулярной формации и коры височных долей полушарий.

Клинически у животных третьей серии в ранние сроки нарушались двигательные функции (шаткость походки, нарушение координации движений и др.).

Оценивая в целом результаты выполненных исследований, правомочно сделать следующие выводы:

1) обширные анатомические связи вестибулярных образований и сосудистодвигательного центра на уровне ствола мозга, и, в частности, ретикулярной формации определяют постоянное взаимодействие сосудистой (сосудов мозга и всего организма) и вестибулярной систем;

2) тяжелые и устойчивые патологические нарушения в сосудисто-нейрональных образованиях ствола мозга и коры височных долей при ишемии у животных с выключенным вестибулярным аппаратом явились следствием отсутствия его регулирующего влияния на мозговое кровообращение через ретикулярную формацию;

3) так как ретикулярная формация является местом интегрирования центральных нейро-гуморальных регуляторных функций, следовательно, повре-

ждение ее нейронов снижает роль формации во всех приспособительных реакциях организма.

Таким образом, приведенные характеристики 1) онтогенеза вестибулярной системы, 2) ее многосторонних связей с центрами регуляции соматических и вегетативных функций организма, 3) с ретикулярной формацией и вегетативными центрами ствола мозга, 4) и экспериментальные данные об их роли в регуляции мозговой гемодинамики однозначно свидетельствуют о возможности и целесообразности активизации двигательных функций людей разного возраста методами тренировки вестибулярной системы.

**Предлагаемые методы тренировки вестибулярной системы.** Тренировка вестибулярной системы не является безопасным методом воздействия на организм человека в любом возрасте. По этой причине, прежде чем начать тренировки, необходимо провести элементарное исследование вестибулярной функции человека, что позволит определить степень ее возбудимости с целью индивидуализации тренировок и деления людей на группы тренирующихся в зависимости от состояния возбудимости вестибулярного аппарата.

Для решения вопроса о возбудимости вестибулярной системы у здоровых людей достаточно следующей схемы обследования: 1) опрос обследуемого о том, как он переносит езду в скоростных видах транспорта; 2) не возникает ли тошноты при езде по недостаточно хорошим дорогам; 3) проверка устойчивости при закрытых глазах; 4) пальце-носовая проба; 5) проверка устойчивости при ходьбе с открытыми, а затем закрытыми глазами прямо вперед, а также в стороны (фланговая походка).

Поскольку вегетативные влияния вестибулярной системы наиболее выражены на деятельность органов сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем, которые создают метаболические предпосылки для функционирования опорно-двигательного аппарата, при тренировках вестибулярной системы (до и после каждой тренировки) необходимо производить подсчет пульса, измерение артериального давления, частоты дыхания, пальце-носовую пробу, наблюдать за движением глаз (нистагмом).

С целью активизации двигательной функции людей в обычных условиях, когда не требуется специальная профессиональная подготовка, предпочтение следует отдавать активным методам тренировки вестибулярной системы, как:

1. Ходьба с остановкой и поворотами.
2. Ходьба с ускорениями и замедлениями.
3. Нерезкие повороты головы и нерезкие наклоны головы во фронтальной и сагиттальной плоскостях в состоянии покоя.
4. Ходьба после предварительных наклонов головы во фронтальной и сагиттальной плоскостях.
5. Вращение вокруг собственной оси (слева-направо и наоборот).
6. Ходьба по типу фланговой.

Установление единой методики тренировки вестибулярной системы без учета возраста, профессиональной ориентации, состояния здоровья и лабиринтной функции нецелесообразно.

Пассивные методы тренировки вестибулярной системы (вращение в кресле с различными условными скоростями), равно как и смешанные варианты тренировок (активный и пассивный методы) должны проводиться под постоянным наблюдением врача.

Любое плановое или индивидуальное занятие физической культурой и спортом следует начинать с целенаправленной тренировки вестибулярной

системы, чтобы стимулировать мозговое кровообращение и создать благоприятные условия для функционирования сенсорных и моторных зон коры головного мозга, надсегментарных и сегментарных вегетативных центров. Активизация специфических структур головного мозга улучшает интегрирующее и регулирующее влияние нервной системы на функционирование всех других систем организма, обеспечивая оптимальные условия для реализации двигательных функций людей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Burak, G.G.** Morfo-histochemical disturbances in the labyrinth following extirpation an the upper sympathetic ganglia of the neck / G.G. Burak // *Folia anatomica jugoslavica.* – 1974. – Vol. III, № 1. – S. 13–17.
2. **Бурак, Г.Г.** Морфометрическое исследование ядер вестибулярного комплекса при нарушениях кровотока в вертебрально-базиллярной системе / Г.Г. Бурак, В.В. Ольшанникова // *Журнал ушн., носов. и горловых болезн.* – 1987. – № 5. – С. 32–37.
3. **Бурак, Г.Г.** Морфогенез вестибулярной дисфункции при нарушениях вертебрально-базиллярного кровообращения нервной этиологии / Г.Г. Бурак [и др.] // *Морфология.* – 2004. – Т. 126, № 4. – С. 25–27.
4. **Ibragimova, S.I.** The morphology of the vestibular apparatus in the acute disturbances of the microcirculatory system and of the innervation / S.I. Ibragimova, G.G. Burak // *Labirint.* – 1977. – № 1. – S. 67–72.
5. **Благовещенская, Н.С.** Отоневрологические симптомы и синдромы / Н.С. Благовещенская. – М.: Медицина, 1981. – 328 с.
6. **Калиновская, И.Я.** Стволовые вестибулярные синдромы / И.Я. Калиновская. – М., 1973. – 223 с.
7. **Олисов, В.С.** Лабиринтопатии / В.С. Олисов. – Л.: Медицина, 1973. – 272 с.
8. **Гурин, Н.Г.** Рациональное применение антибиотиков – основа профилактики и побочных эффектов / Н.Г. Гурин, Г.Г. Бурак, А.Г. Захаренко // *Антибиотики и химиотерапия.* – 1996. – Т. 41, № 3. – С. 40–43.
9. **Мчедlishvili, Г.И.** О роли внутренних сонных и позвоночных артерий в регуляции мозгового кровообращения / Г.И. Мчедlishvili // *Физиологический журнал СССР.* – 1959. – Т. 45, № 10. – С. 1221–1225.
10. **Новое в патогенезе нарушений мозгового кровообращения** / И.В. Ганнушкина [и др.] // *Журнал неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова.* – 1997. – № 6. – С. 4–8.
11. **Бурак, Г.Г.** Микроциркуляторное русло вестибулярной системы при церебральной патологии стволовой локализации / Г.Г. Бурак, И.В. Самсонова, Г.Г. Кобец // *Микроциркуляция и гемореология: материалы II Междунар. конференции.* – Ярославль–Москва, 1999. – С. 128–130.
12. **Savitz, S.I.** Vertebrobasilar disease / S.I. Savitz, L.R. Caplan // *N. Engl. J. Med.* – 2005. – Vol. 352, № 25. – P. 2618–2623.

## S U M M A R Y

*The peculiarities of ontogenesis of vestibular apparatus, earlier forming of multi-lateral relations of vestibular system to somatic and autonomic centers in trunkus cerebeli, participation of vestibular apparatus in the regulation of cerebral hemodynamics and integrative functions of reticular formation have caused the opportunity and expediency influences on the human motor functions by the method of vestibular system training.*

*Поступила в редакцию 6.03.2007*