

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВОЕННО-МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК  
И ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

Ю. А. Соколов, А. П. Пантюхов, М. В. Коршук

# ВЕСТИБУЛОМЕТРИЯ В ПРАКТИКЕ ВРАЧЕБНО-ЛЕТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2014

УДК 616-036.865:358.43(042.4)  
ББК 51.1(2)3 я73  
С59

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 19.06.2013 г., протокол № 10

Рецензенты: канд. мед. наук, подполковник м/с, зам. нач. каф. военной эпидемиологии и военной гигиены Белорусского государственного медицинского университета Д. И. Ширко; подполковник м/с, зам. нач. по врачебно-лётной экспертизе — нач. отделения врачебно-лётной экспертизы 223-го центра авиационной медицины ВВС и войск ПВО Вооружённых Сил Республики Беларусь Ю. А. Черепков

**Соколов, Ю. А.**

С59 Вестибулометрия в практике врачебно-лётной экспертизы : учеб.-метод. пособие / Ю. А. Соколов, А. П. Пантюхов, М. В. Коршук. – Минск : БГМУ, 2014. – 60 с.

ISBN 978-985-567-011-8.

Отражены основные теоретические и практические вопросы, касающиеся диагностики вестибулярной дисфункции и экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям. Приведены вестибулометрические тесты, обязательные к проведению согласно нормативным правовым документам, регламентирующим медицинское освидетельствование лиц «вестибулярных» профессий.

Предназначено врачам-экспертам военно-врачебных (врачебно-лётных) и врачебно-трудовых комиссий, оториноларингологам, аудиологам поликлинического и стационарного звена, а также авиационным врачам.

УДК 616-036.865:358.43(042.4)  
ББК 51.1(2)3 я73

**ISBN 978-985-567-011-8**

© Соколов Ю. А., Пантюхов А. П., Коршук М. В., 2014  
© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2014

## МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

**Общее время занятия:** 2 ч.

Если представить летательный аппарат как физическое тело с шестью степенями свободы, то становится очевидным, что на летный состав и лиц, находящихся на борту воздушного судна, постоянно воздействуют разнонаправленные ускорения. При этом в ряде случаев, особенно при выполнении полетных заданий на высокоманевренных летательных аппаратах, именно динамические факторы полета могут значительно снизить работоспособность летчика. Опыт медицинского освидетельствования летного состава показывает, что латентно протекающая воздушная болезнь зачастую скрывается под «маской» других функциональных и преморбидных состояний. Это необходимо учитывать на меж- и послеполетных осмотрах.

В связи с вышеуказанным, одним из наиболее важных разделов авиационной медицины является проведение специальных исследований летного состава государственной и гражданской авиации Республики Беларусь, в частности экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям, позволяющим оценить толерантность обследуемых к воздействию динамических факторов полета. Экспертиза статокINETической устойчивости свидетельствуемых позволяет своевременно выявить неадекватность адаптационных реакций и рекомендовать комплекс мероприятий по повышению устойчивости организма к воздействию адекватных надпороговых вестибулярных раздражителей, а также получить косвенные данные о наличии скрыто протекающего патологического процесса и тем самым в значительной степени снизить частоту летных происшествий.

**Цель занятия:** на основании знаний по авиационной физиологии, оториноларингологии, психофизиологии, медицинской физике изучить методику проведения вестибулометрии летному составу государственной и гражданской авиации Республики Беларусь.

**Задачи занятия:**

1. Закрепить знания по этиологии, патогенезу и клинике воздушной болезни.
2. Усвоить требования к вестибулярным вращательным пробам.
3. Знать порядок направления на обследование и основные противопоказания к его проведению.
4. Получить практические навыки по проведению вестибулярных вращательных проб, регламентированных нормативными правовыми актами и обязательных к выполнению при медицинском освидетельствовании во врачебно-летной (НКУК-2(3)') и врачебно-летной экспертной (ПКУК-1(2)') комиссиях.
5. Закрепить знания по клинИКО-физиологическим проявлениям воздействия на организм динамических факторов полета (ускорений).

6. Сформировать знания по экспертным подходам при выявлении сниженной устойчивости освидетельствуемых к воздействию надпороговых адекватных вестибулярных раздражителей.

**Требования к исходному уровню знаний.** Для полного освоения темы необходимо повторить:

- из *медицинской и биологической физики*: определение и виды ускорений, условия их возникновения;
- *нормальной и топографической анатомии*: строение, кровоснабжение и иннервацию вестибулярного аппарата человека;
- *оториноларингологии*: функции вестибулярного аппарата, классификацию вестибулярной дисфункции, методы обследования вестибулярного аппарата.

**Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Назовите виды ускорений. При каких условиях возникают ускорения Кориолиса?
2. Охарактеризуйте строение и функции преддверья и полукружных каналов.
3. Сформулируйте законы Эвальда.
4. Охарактеризуйте основные проявления периферической вестибулопатии.

**Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. Приведите основные положения «отолитовой» теории укачивания В. И. Воячека.
2. Охарактеризуйте патогенез и основные клинические проявления болезни движения.
3. Сформулируйте основные требования к проведению вестибулярных вращательных проб, применяемых в практике врачебно-летной экспертизы.
4. Назовите противопоказания к проведению вестибулярных вращательных проб.
5. Охарактеризуйте порядок проведения вестибулярных вращательных проб НКУК-2(3)' и ПКУК-1(2)'
6. Приведите методику оценки результатов проведения вестибулярной вращательной пробы.
7. Сформулируйте экспертную тактику при выявлении сниженной устойчивости к вестибулярным раздражителям.

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение функции вестибулярного анализатора у здоровых лиц и при различных формах вестибулярной дисфункции является одним из наиболее важных разделов оториноларингологии, так как расстройства

функции равновесия и координации движений составляют наиболее тяжелый патологический симптомокомплекс в клинической картине пораженного внутреннего уха и других отделов вестибулярного анализатора, а также могут стать причиной длительной потери трудоспособности. Вместе с тем латентная форма болезни движения, скрывающаяся под «маской» случайных причин (утомление, нарушение режима труда и отдыха и др.), значительно нарушая работоспособность, может представлять серьезную угрозу безопасности полетов авиации, дорожного движения, движения железнодорожных составов, а также приводить к несчастным случаям на производстве.

Несмотря на прогрессивное развитие научных знаний и совершенствование способов диагностики патологии ЛОР-органов, проблема вестибулярных нарушений по-прежнему остается актуальной и до конца не решенной. Этому важному направлению должно быть уделено особое внимание, так как оториноларингологам поликлинического и стационарного звена нередко приходится решать вопросы диагностики, дифференциальной диагностики вестибулярной дисфункции, а также профессиональной экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям.

Многолетняя педагогическая практика преподавания оториноларингологии практикующим врачам показала, что наиболее трудными для усвоения являются теоретические и практические аспекты исследования вестибулярного аппарата. Как правило, основным источником информации по данному разделу оториноларингологии остаются учебники и руководства для врачей, которые, зачастую, не достаточно полно раскрывают разнообразие методик исследования вестибулярного аппарата.

Особый дефицит информации, на наш взгляд, отмечается в освещении вопросов вестибулометрии в целях профотбора и трудовой экспертизы.

На современном этапе развития вестибулологии абсолютно доказана высокая диагностическая ценность объективных вестибулометрических методик, таких как компьютерная электроокулография, видеоокулография и стабилография. Тем не менее в настоящее время лишь немногие учреждения здравоохранения имеют возможность проведения объективной вестибулометрии, и большинство оториноларингологов в повседневной практике, сталкиваясь с вестибулярной патологией и решая экспертные вопросы, по-прежнему вынуждены ограничиваться традиционными, зачастую субъективными тестами.

В настоящем издании произведена попытка систематизации вестибулярных тестов в определенную последовательную схему диагностического и экспертного поиска. При этом особое внимание уделено рутинным, доступным в амбулаторной практике вестибулометрическим и отоневрологическим методам исследования вестибулярной функции, позволяющим вынести предварительный диагноз и определить дальнейшую диагностическую и экспертную тактику.

## ЭВОЛЮЦИЯ ЗНАНИЙ О ФИЗИОЛОГИИ И МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА

Изучение физиологии и патофизиологии вестибулярного анализатора, постоянное совершенствование методов его исследования, анализ состояния при различных заболеваниях, вопросы диагностики, лечения и профилактики вестибулярных расстройств определялись потребностями клинической практики и возможностями применения новейших достижений науки и наиболее совершенных технических средств при проведении исследований.

Проблема укачивания как клинической манифестации несостоятельности функциональной системы анализаторов (в первую очередь, вестибулярного аппарата) в ответ на предъявляемые адекватные раздражители известна с глубокой древности: первые, дошедшие до наших дней, работы появились с развитием мореплавания (Аристотель, IV в. до н. э.) и касались «морской» болезни.

Проблеме влияния ускорений на организм посвящены исследования XVIII–XIX вв. Одним из первых идею о влиянии центробежных сил на систему кровообращения высказал Эразм Дарвин и на основании этого использовал центрифугу для лечения больных. В 1876–1878 гг. К. Э. Циолковский построил «ротационную машину» и изучал влияние радиальных ускорений на насекомых и цыплят.

Изучение проблемы ускорений также связано с именем В. В. Пашутина. Его исследования посвящены изменениям гемодинамики при различных положениях тела в пространстве и рефлекторным механизмам в компенсаторных реакциях организма на воздействие ускорений. Ученик В. В. Пашутина Н. О. Цибульский в 1879 г. высказал идею о необходимости создания устройств против действия ускорений по принципу противоперегрузочных костюмов. Таким образом, к концу XIX в. были заложены основы физиологии ускорений.

Начиная с XIX в. в многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных ученых тщательно изучались различные стороны вестибулярной функции — от процессов, возникающих в рецепторах вестибулярного анализатора, до высших реакций, лежащих в основе восприятия пространства и формирования ответных реакций организма.

Начало XX в. было ознаменовано бурным развитием авиации и, как следствие, углубленным изучением вестибулярного аппарата, которому принадлежит основная роль в формировании так называемого «летного чувства». Следует особо отметить разработанную профессором В. И. Воячком «отолитовую» теорию укачивания. Согласно этой теории, укачивание возникает в результате систематического раздражения отолитового аппарата вертикальными ускорениями. Опытами В. И. Воячека (1908) установлено, что порогом раздражения полукружных каналов является уг-

ловое ускорение, равное  $3-5^\circ/c^2$ . В дальнейшем применение четырехштанговых качелей К. Л. Хилова позволило определить порог раздражения отолитового аппарата, который оказался равным  $10 \text{ см}/c^2$  или  $0,01 \text{ г}$ .

В 1927 г. в Москве на базе 1-й городской клинической больницы и ряда клиник II Московского медицинского института был организован офтальмо-нейрохирургический кружок, основателями которого были Л. И. Свержевский, Г. С. Циммерман, Б. С. Преображенский, А. Н. Бакулев и др. В 30-е гг. достижения в области физиологии и морфологии вестибулярной системы привлекли внимание клиницистов к патологии этого анализатора, что привело к появлению соответствующих разделов оториноларингологии и отоневрологии. Накопилось достаточно информации, свидетельствующей о том, что вестибулярные расстройства могут быть связаны с поражением не только периферических, но и центральных отделов вестибулярного анализатора.

Стали появляться публикации, посвященные отоневрологической, преимущественно вестибулярной, симптоматике при различных неврологических заболеваниях, а также методам исследования и физиологии вестибулярного аппарата. В работе С. Я. Гольдина (1938) анализируются методы исследования функции вертикальных полукружных каналов, Т. Ф. Бубес (1939) рассматривает возможности клинического применения отолитовой реакции; в это же время (1939) появились статьи Д. Д. Соколовой о головокружении в подростковом возрасте и А. Х. Миньковского — об исследовании функции отолитового аппарата.

Значительному прогрессу в изучении вестибулярного аппарата в 30-е гг. прошлого столетия способствовала организация в 1935 г. в Москве Института авиационной медицины ВВС РККА им. академика И. П. Павлова. Его сотрудниками в этот период был проведен цикл работ по изучению роли физиологического взаимодействия зрительной, вестибулярной, слуховой и проприоцептивной анализаторных систем, а также внутривестибулярных взаимодействий в развитии укачивания и особенно в пространственной ориентировки у летчиков.

Из публикаций предвоенных лет заслуживают внимания также работы М. Х. Елина (1939) о морской болезни и А. А. Пухальского (1940) о влиянии аноксемии на вестибулярную функцию.

Научно-исследовательские работы периода Великой Отечественной войны отличались особой актуальностью, практической значимостью и были ориентированы на повышение боеспособности войск. Так, В. А. Винокуров, В. В. Левашов и А. И. Хромушкин, изучая влияние ускорений на организм в реальных полетах, пришли к заключению, что отклонение спинки кресла от вертикали повышает устойчивость летчика к данному динамическому фактору полета.

В первые годы после окончания Великой Отечественной войны появился ряд работ, отражающих вестибулярные нарушения в комплексе ото-

неврологических расстройств, связанных с боевой черепно-мозговой травмой (О. Г. Агеева-Майкова, И. Н. Александров, Г. С. Циммерман). Исследования авторов расширили представления о центральных вестибулярных нарушениях при воздушной контузии. Постепенно сформировался подход к исследованию вестибулярного аппарата с использованием отоневрологических методик, что позволило оценивать состояние не только периферических и центральных отделов анализатора, но учитывать также состояние слухового анализатора и функций обонятельного, тройничного, лицевого, языкоглоточного, промежуточного нервов. Такой системный подход к изучению вестибулярной патологии значительно расширил возможности ранней диагностики целого ряда патологических состояний.

Мощным стимулом к развитию вестибулологии стала возможность дозированного вестибулярного воздействия на обследуемых с помощью электровращающихся кресел, регистрации нистагма и ряда вегетативных реакций. В 1936 г. в клинике ВМА впервые в Советском Союзе было создано вращающееся кресло с электрическим приводом, размещенное на поверхности центрифуги, позволяющее подвергать обследуемого одновременному воздействию двойным вращением — центрифугированием и вращением в кресле. Электровращающееся кресло с программным управлением было создано в 1960 г. в Челябинске А. Х. Миньковским и в 1964 г. — в ЛОР-клинике ВМА (В. И. Бабияк, Ф. И. Шабанов).

В эти же годы продолжается дальнейшее развитие методов объективной оценки функции вестибулярного анализатора с использованием электронистагмографии (Н. С. Благовещенская, 1966), оптокинетического стимула (А. Н. Кехайов и соавт., 1969), калорической (А. Н. Каландадзе, 1962; И. А. Склют, 1965) и вращательной проб (Ю. Г. Григорьев, Б. Б. Бохов, 1961; А. И. Власов и соавт., 1972; В. Т. Пальчун, З. И. Мунчаев и соавт., 1982), гальванического теста (В. Т. Пальчун, Ю. О. Булаев, А. Х. Фатахутдинов, 1987), синусоидального вращения (В. Т. Пальчун, В. В. Вишняков, 1981; С. А. Лихачев, 1987), отолитометрии (Н. С. Алексеева, 1980; А. О. Раджабов, Ю. О. Булаев, 1981; Э. И. Мацнев, В. К. Гаврилин, И. Я. Яковлева, 1988). Совершенствовались методы математической обработки результатов вестибулометрии — от универсальной нистагмометрической линейки (И. А. Склют, 1973; В. З. Капранов, 1976) до создания автоматизированных, а затем и компьютерных диагностических систем (Т. С. Мостовая, А. И. Катюнин, 1989; М. М. Левашов, С. В. Лиленко и соавт., 1998; С. В. Лиленко, Е. П. Маслова и соавт., 2000). Это позволило проводить длительную объективную регистрацию функций вестибулярного анализатора, повысить информативность в изучении вестибулярных реакций и расширить возможности диагностики ранних и латентных форм вестибулярных расстройств (И. А. Склют, 1973; В. Т. Пальчун, Е. И. Петрова и соавт., 1977; Н. С. Благовещенская, 1978;



В. З. Капранов, 1978; В. П. Васильева, 1980; И. А. Склют, С. А. Лихачев и соавт., 1986; Е. И. Петрова, Н. С. Алексеева, 1986).

Широкое внедрение микрохирургических операций на ухе при отосклерозе привело к необходимости детального изучения функции вестибулярного анализатора у этих больных до и после операции (Н. С. Храппо, 1964; В. Т. Пальчун, Е. И. Петрова, 1970; В. А. Быстренин, З. Н. Буракова, 1973; Н. А. Преображенский, Э. И. Мацнев и соавт., 1980; А. М. Старостенко, 1983; Р. В. Кофанов, 1985; И. Б. Солдатов, Н. С. Храппо, Г. А. Померанцев, 1987).

Серия работ посвящена влиянию на вестибулярные рецепторы различных ототоксических препаратов (А. А. Эйвазов, 1965, 1972; А. Н. Кехайов, 1965; Е. И. Петрова, 1971; Н. С. Благовещенская, 1972). Также в работах разных лет изучено влияние на вестибулярный анализатор разнообразных профессиональных вредностей. Показано выраженное влияние на вестибулярный анализатор таких производственных вредностей, как шум и вибрация, свинцовая и фосфорная интоксикация и т. п. Обоснована необходимость внедрения в практику комплекса профилактических мероприятий, максимально снижающих неблагоприятное воздействие указанных факторов на организм человека (И. Б. Солдатов и соавт., 1981; Н. С. Благовещенская, 1988).

Параллельно с зарождением и развитием отечественной космонавтики группа исследователей во главе с Е. М. Югановым занимались изучением функционирования вестибулярного анализатора человека в условиях невесомости. Вывод о торможении вестибулярного нистагма при уменьшении веса и переходе к состоянию невесомости существенно расширил представления о функциональном воздействии отолитов и полукружных каналов, содержащиеся в концепции, разработанной В. И. Воячком и К. Л. Хиловым в 20-е гг., и, несомненно, является достижением в мировой вестибулологии.

Неоценимый вклад в развитие лабиринтологии внесла многолетняя и плодотворная работа С. С. Маркаряна, являющегося автором не менее шести оригинальных вестибулометрических стендов (в том числе вестибулярного стенда «Ротор», обеспечивающего вращение обследуемого в двух и даже трех плоскостях), а также эффективного комплексного метода исследования вестибулярной устойчивости, впоследствии названного «непрерывной кумуляцией ускорений Кориолиса» (НКУК), который с успехом используется и в настоящее время при экспертизе вестибулярной устойчивости летного состава и кандидатов к летному обучению.

Значительный вклад в развитие физиологии вестибулярного аппарата внес Э. В. Лапаев. Под его руководством проведены исследования по детализации особенностей функционирования вестибулярного аппарата в условиях невесомости, биохимический анализ вестибулярного нистагма при изменениях радиуса криволинейного движения, получены интересные

научно-практические данные по динамике ряда показателей, комплексно характеризующих гемодинамику при воздействии ускорений Кориолиса на обследуемых с различной степенью вестибулярной устойчивости, а также особенностях вестибулярных реакций под воздействием гипоксии, изменений температуры, ускорений, невесомости, интенсивных низкочастотных звуковых стимулов и др.

В 1964 г. В. Г. Базаровым и А. Е. Курашвили был предложен новый метод комбинированного раздражения вестибулярного анализатора, названный опытом двойного вращения исследуемого на центрифуге (ДВИЦ), позволяющий проводить длительное (кумулятивное) комбинированное воздействие ускорений на отолитовый аппарат утрикулуса и саккулуса (т. е. всех мешочков преддверия), а также на ампулярный аппарат. Впоследствии А. Е. Курашвили в 1967 г. разработал усовершенствованный опыт ДВИЦ, при котором одновременные вращения центрифуги и кресла Барани производятся при наклоненном туловище исследуемого. Результаты изучения рефлексов, получаемых при воздействии на человека опыта ДВИЦ, были изложены в кандидатской диссертации В. Г. Базарова «Влияние некоторых экстрараздражителей на выраженность вестибуловегетативных реакций» (1964) и докторской диссертации А. Е. Курашвили «Актуальные вопросы вестибулярной физиологии высотного и космического полетов» (1967), а также нашли отражение в монографиях К. Л. Хилова «Избранные вопросы теории и практики космической медицины с позиций лабиринтологии» (1964) и «Функция органа равновесия и болезнь передвижения» (1969). За последнюю монографию К. Л. Хилов в 1970 г. решением Ученого совета Университета Пуркинне был награжден Золотой медалью Пуркинне.

Значительным прогрессом в изучении вестибулярного аппарата явилось появление методик, позволяющих объективизировать диагностические тесты.

Наряду с электронистагмографией при исследовании функционального состояния вестибулярного анализатора в последние десятилетия все шире используются методы объективной оценки статокINETической устойчивости человека. На смену методике кефалографии (В. Г. Базаров, 1976; В. Г. Базаров, Д. И. Клименко, 1984) приходит компьютерная стабилметрия, которую первоначально применяли лишь с диагностической целью (Л. А. Лучихин, 1987, 1988, 1990, 1997; Т. С. Мостовая, 1987; В. Т. Пальчун, И. А. Горбышева, 2005), а в последние годы используют и для реабилитации больных с вестибулярными расстройствами. Причем были получены результаты, свидетельствующие о высокой эффективности данного метода (Л. А. Лучихин, И. Я. Ганичкина, О. М. Доронина, 2002; Л. А. Лучихин, О. М. Доронина, 2004; С. В. Морозова, О. В. Зайцева, 2004; В. Т. Пальчун, Л. А. Лучихин, О. М. Доронина, 2004).

Концепция К. Л. Хилова о первичности вестибулосенсорных рефлексов получила свое дальнейшее развитие в докторской диссертации

В. И. Бабияка «Реакции глазодвигательного аппарата и их сенсорные компоненты при сочетанном действии вестибулярных и зрительных раздражителей» (1979) и в кандидатской диссертации Ю. К. Янова «Влияние вестибулярных и оптокинетических раздражителей на некоторые психофизиологические функции операторов» (1979). В этих работах были установлены закономерности взаимного влияния оптокинетических и вестибулярных раздражителей на общую окуломоторную реакцию.

К концу XX в. среди ведущих специалистов сформировалось мнение о необходимости преодоления методологического кризиса в вестибулологии путем применения последних научно-технических достижений — современного оборудования и аппаратуры, вычислительных средств и математических методов (И. А. Скют, С. А. Лихачев, 1989; К. В. Герасимов, В. Р. Гофман, В. И. Усачев, 1994; Ю. К. Янов, К. В. Герасимов, 1999; В. И. Бабияк, 2002). Стало очевидным, что функционирование вестибулярного анализатора необходимо оценивать, учитывая его обширные связи с разнообразными функциональными системами организма; в частности, важнейшее значение имеют процессы корковой интеграции вестибулярной функции, детально изученные ранее К. Л. Хиловым (1967, 1969). На основе углубленного анализа достигнутых знаний в настоящее время установлено, что вестибулярный анализатор играет важнейшую биологическую роль в жизнедеятельности организма. По мнению В. И. Бабияка (2002), функционирование вестибулярного анализатора протекает в двух формах: в ярко выраженной рефлекторной специфической форме и системобразующей, при которой он объединяет функции других пространственных анализаторов.

Наиболее перспективным методологическим подходом при исследовании вестибулярной функции, по мнению указанных выше специалистов, является применение системного анализа при оценке результатов экспериментальных и практических наблюдений.

Развивая целостный функциональный подход в изучении организма человека, на кафедре отоларингологии Военно-медицинской академии под руководством заслуженного деятеля науки Российской Федерации проф. В. Р. Гофмана с 1989 г. активно исследуются вопросы о статокINETической системе организма [6]. Вместо понятий о статокINETической системе организма (Н. Н. Лозанов, 1938) и вестибулярной устойчивости, В. И. Усачевым в 1993–1995 гг. сформулирована концепция статокINETической функциональной системы организма, обеспечивающей его разнообразные функции: ориентировку в пространстве, равновесие тела в статике и динамике, передвижения его в пространстве.

Все реакции этой системы автор подразделяет на физиологические (естественные), патофизиологические (неестественные) и патологические (симптомы). Патофизиологические реакции статокINETической системы возникают при несоблюдении филогенетически сложившихся

амплитудно-частотных параметров стимуляции купулоэндолимфатической системы и отолитового аппарата, нарушении канал-отолитового взаимодействия, неестественном сочетании информации с различных сенсорных элементов статокINETической системы, но в целом именно сама неестественность условий стимуляции является универсальным механизмом всех форм укачивания, что подтверждает и детализирует теорию сенсорного конфликта.

В последние годы благодаря теоретико-аналитической и экспериментальной работе Ю. К. Янова и К. В. Герасимова зародилось и развивается нетрадиционное направление вестибулологии, рассматривающее вестибулярные реакции как «частный продукт» функциональной системы управления взором.

Таким образом, интерес к изучению вестибулярной функции во многом определяется и уникальными особенностями строения вестибулярного рецептора, особенностями передачи и обработки вестибулярной информации в центральных структурах вестибулярной системы, обширными функциональными влияниями последней практически на все органы и системы организма.

Перспективным направлением развития вестибулологии следует признать дальнейшее изучение вестибулярного аппарата с позиций разумного сочетания классической рефлекторной трехнейронной механистической модели с перспективным системным подходом и определением роли и места вестибулярного аппарата как периферического гравитационно-инерционного датчика в высокоавтоматизированных функциональных системах.

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ И ОНТОГЕНЕЗА ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА**

### **ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ В АСПЕКТЕ ЭВОЛЮЦИИ**

Все организмы на Земле развивались в условиях действия на них силы тяжести. Для ориентации по отношению к гравитационному полю Земли большинство животных имеет специальный отолитовый орган, достигший большего или меньшего совершенства в процессе эволюции, но, тем не менее, построенный по одному и тому же принципу. Орган равновесия состоит из двух частей: «пробной массы», т. е. отолита, обладающего некоторой свободой передвижения в пределах органа, и системы рецепторов, воспринимающих положение или перемещение этого отолита в органе. Любое отклонение в положении тела сопровождается смещением «пробной массы» (отолита, отоконий, отолитовой мембраны), возбуждающим соответствующую группу рецепторов органа равновесия. Сигнал этих рецепторов обрабатывается ЦНС, которая посылает командный сигнал мышцам, корректирующим положение тела.

Прообраз гравитационного рецептора в виде статоцистоподобной органеллы имеется уже у одноклеточных организмов. У инфузорий он представлен пузырьками диаметром около 10–18 мкм, заполненными круглыми минеральными выделениями, или отокониями. У кольцецов уже появляются первично-чувствительные клетки с киноцелиями, а «пробная масса» состоит из отоконий или занесенных извне песчинок.

Наиболее совершенной формы организации орган гравитации достиг у ракообразных и моллюсков. Это парный орган — статоцисты, которые представляют собой замкнутые полости, заполненные жидкостью и содержащие статолит или статоконии. Полость статоциста выстлана реснитчатыми рецепторными клетками, которые у одних животных располагаются ровным слоем, а у других, например у головоногих моллюсков, образуют скопления, называемые макулами.

При изменении положения животного в пространстве происходит смещение статоконий в статоцисте, которое в свою очередь вызывает отклонение ресничек рецепторных клеток. Сигналы рецепторных клеток передаются в ЦНС. При взаимодействии в ЦНС рецепторов статоциста с афферентным потоком из других сенсорных датчиков происходит определение направления и величины отклонения тела от исходного положения и осуществление различных компенсаторных рефлексов.

Электрофизиологические исследования позволили выяснить некоторые детали механизма работы рецепторной системы статоциста. В состоянии покоя в статическом нерве регистрировалась фоновая активность. Вероятно, эта активность не спонтанна, а обусловлена воздействием статоконий на реснички рецепторных клеток. Рецепторная клетка не проявляет активности до тех пор, пока не окажется внизу и не подвергнется давлению статоконий. Механизм возбуждения чувствительной клетки статоциста считается аналогичным механизму работы рецепторов боковой линии и вестибулярного аппарата.

Система статоциста функционально связана с другими сенсорными системами: зрительной, рецепторов растяжения. Все они соединяются в церебральном ганглии, где кончаются отростки их рецепторных клеток. Благодаря взаимосвязи различных сенсорных систем осуществляется общая координация тела в пространстве.

Орган равновесия, достигший высокого развития у рыб (по три полукружных канала с каждой стороны), в дальнейшей эволюции мало изменяется: внутреннее устройство каналов и рецепторов, их расположение почти такое же, как у человека. Однако следует отметить, что нейроэпителий внутреннего уха у низших позвоночных не дифференцирован на слуховой и вестибулярный. Выход животных из водных сред обитания на су-

шу привел к усложнению центров головного мозга, осуществляющих центральный анализ и оказывающих произвольное управляющее воздействие на положение тела в пространстве.

### **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ВНУТРЕННЕГО УХА**

Образование перепончатого лабиринта в онтогенезе у человека происходит в области ромбовидного мозга в виде ограниченного утолщения эктодермы на поверхности головного отдела зародыша по бокам от нервной пластинки с начала 4-й по 9-ю неделю внутриутробного развития. На 4-й неделе эктодермальное утолщение прогибается, образует слуховую ямку, которая превращается в слуховой пузырек, обособляющийся от эктодермы и погружающийся к 6-й неделе. Пузырек состоит из многорядного эпителия, выделяющего эндолимфу, которая заполняет просвет пузырька. Одновременно происходит резорбция мезенхимальной ткани. В течение 2-го месяца эмбриональный слуховой ганглий делится на две части: ганглий преддверия и ганглий улитки. Затем пузырек, уже заполненный эндолимфой, делится на две части. Одна часть (вестибулярная) превращается в эллиптический мешочек с полукружными каналами, а вторая образует сферический мешочек и улитковый лабиринт. В полукружных каналах развиваются гребешки, в маточке (эллиптическом мешочке) и сферическом мешочке — пятна, в которых расположены нейросенсорные клетки. Вышеуказанные процессы сопровождаются разветвлением периферической части преддверно-улиткового нерва и соединением с рецепторными клетками. По мере развития перепончатого лабиринта вокруг него из мезенхимы образуется слуховая капсула, замещаемая сначала хрящом, а затем и костью. Дифференцировка эпителия на чувствительные и опорные клетки завершается у эмбриона длиной 70 мм, а полного развития рецепторы достигают к 3-й неделе после рождения ребенка.

Рост лабиринта заканчиваются к концу 1-го года жизни ребенка.

Таким образом, тесное анатомо-топографическое единство органа слуха и равновесия, объединяющее их в целостную морфологическую структуру, а также общность восприятия некоторых раздражителей (вибрации) обусловлено единым полезным приспособительным результатом — ориентацией в пространстве.

### **АНАТОМИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ВЕСТИБУЛЯРНОГО РЕЦЕПТОРНОГО АППАРАТА**

Вестибулярный отдел внутреннего уха представлен рецепторным аппаратом, расположенным в преддверии и полукружных каналах (рис. 1).

Преддверие (*vestibulum*), являясь филогенетически наиболее древним образованием, занимает центральную часть лабиринта и представляет

собой полость неправильной грушевидной формы размерами 5–6 × 4–5 × 3–4 мм. Передняя часть его, более узкая, сообщается с улиткой, а задняя, более широкая, — с полукружными каналами посредством пяти отверстий.

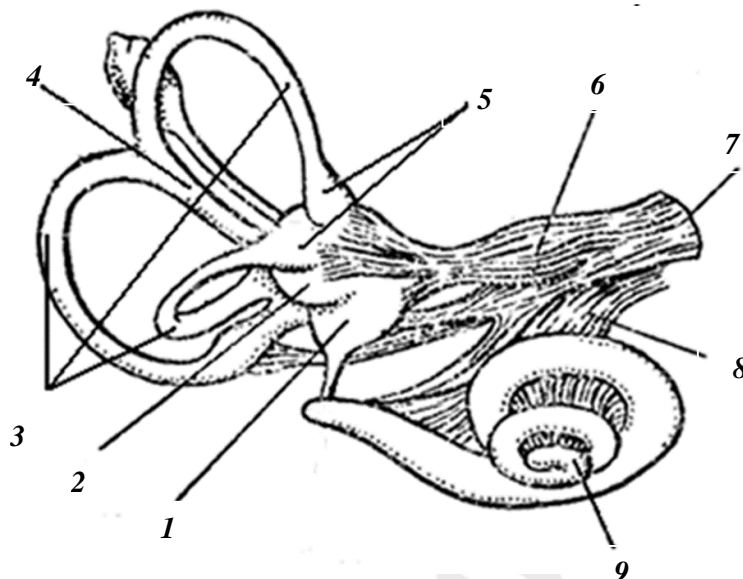


Рис. 1. Схематическое изображение лабиринта:

1 — сферический мешочек; 2 — эллиптический мешочек; 3 — полукружные каналы; 4 — общая ножка; 5 — ампулы переднего и горизонтального полукружных каналов; 6 — вестибулярный узел; 7 — преддверная порция n. vestibulocochlearis; 8 — улитковая порция n. vestibulocochlearis

Наружная стенка преддверия обращена к барабанной полости и в большей своей части занята овальным окном. Медиальная стенка обращена к задней черепной ямке и дну внутреннего слухового прохода и разделена гребнем (*crista vestibuli*) на две неглубокие ямки (кармана). Переднее углубление меньших размеров, располагается ближе к улитке, имеет сферическую форму и называется *recessus sphericus*. В нем помещается сферический мешочек перепончатого лабиринта — маточка (*sacculus*). Задний карман (*recessus ellipticus*) эллиптической формы, располагаясь ближе к полукружным каналам, является вместилищем для эллиптического мешочка (*utricle*).

На верхнелатеральной стенке преддверия находится ампулярное отверстие верхнего полукружного канала, а между последним и овальным окном — ампулярное отверстие заднего полукружного канала. На задней стенке, ближе ко дну, расположено отверстие, общее для заднего и верхнего полукружных каналов, рядом с которым и несколько кпереди — отверстие горизонтального полукружного канала.

Эллиптический мешочек (*utricle*) представляет собой неправильное образование овальной формы длиной около 6 мм, подвешенное в косом положении сзади сверху кпереди в *recessus ellipticus*. В *utricle*

упомянутыми выше пятью отверстиями открываются полукружные каналы. На передней стенке открывается ductus utriculosaccularis.

Sacculus — сферический, уплощенный в медиально-латеральном направлении, перепончатый мешочек размерами  $3 \times 2$  мм. Его медиальная стенка укреплена в recessus sphericus, а наружная и передняя свободно обращены к перилимфатическому пространству (spatium perilymphaticum). От задней стенки сферического мешочка отходит эндолимфатический проток (ductus endolymphaticus) и, прежде чем вступить в внутреннее отверстие водопровода преддверия (apertura interna aquaeductus vestibuli), принимает ductus utriculosaccularis.

На верхнемедиальной стенке эллиптического и на медиальной стенке сферического мешочков находятся возвышения белого цвета, заметные невооруженным глазом — статические пятна (maculae utriculi et sacculi). Вышеуказанные образования выполнены нейроэпителием, представленным двумя типами сенсорных волосковых клеток (колбообразные и цилиндрические) и образующим отолитовый рецепторный аппарат, а также опорными клетками (рис. 2).

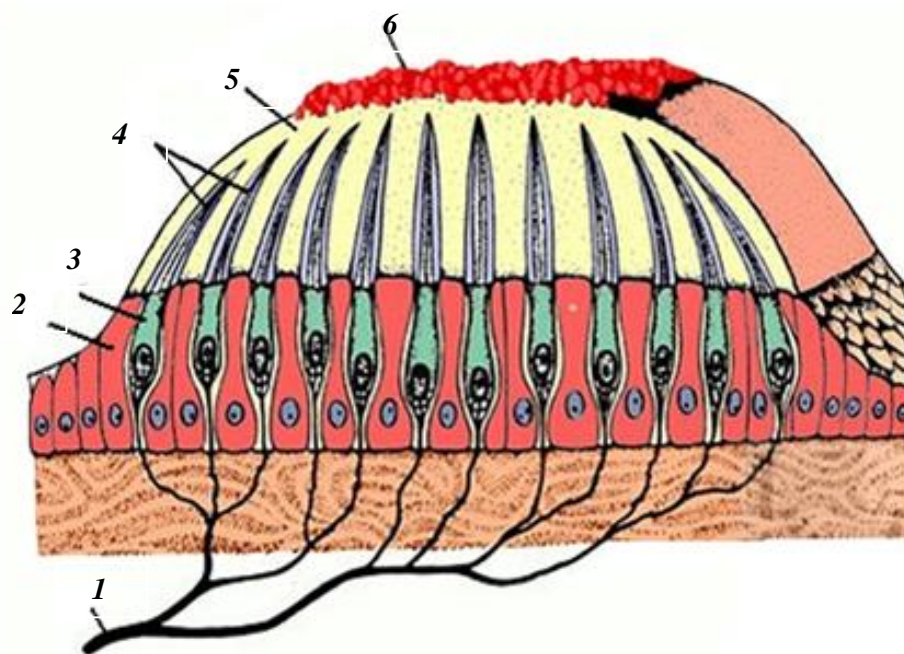


Рис. 2. Схема строения отолитового аппарата:

1 — окончания вестибулярного нерва; 2 — опорные клетки; 3 — сенсорные клетки; 4 — волоски сенсорных клеток; 5 — желатинозная субстанция; 6 — отолиты

Колбообразные сенсорные клетки более крупные. К каждой такой клетке подходит единичный быстропроводящий афферентный нейрон с окончанием в виде чаши, которое окружает ее основание. К цилиндрическим клеткам подходят более мелкие афферентные нейроны. Луковицеоб-



разные окончания каждого такого нейрона подходят к поверхности нескольких клеток. Функциональное значение такого устройства до конца не выяснено, однако колбообразные сенсорные клетки филогенетически более молодые и имеют установленные отчетливые дополнительные связи с нейронами второго порядка в вестибулярных ядрах.

Волоски сенсорных клеток макул переплетаются своими концами в сеть, погруженную в желеобразную массу, пронизанную фибриллами и содержащую большое количество кристаллов в форме параллелепипеда (отолитов), состоящих из фосфата и карбоната кальция (арагонита). Отолиты контактируют с окончаниями волосков сенсорных клеток. Все вышеуказанные элементы образуют отолитовую мембрану (*membrana statoconiorum*).

Отолитовые мембраны мешочков лежат в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: мембрана эллиптического мешочка — горизонтально, а сферического — вертикально. Изменение давления отолитов на волоски сенсорных клеток вследствие положительных и отрицательных вертикальных прямолинейных ускорений, а также смещение волосков при прямолинейных горизонтальных ускорениях вызывает возникновение триггерных электрических потенциалов.

С преддверием соединены три костных полукружных канала (*canales semicirculares ossei*), имеющих вид изогнутых полукругом костных трубочек с очень узким просветом, оба конца которых открываются к эллиптическому отделу преддверия. При этом один конец имеет расширение в виде ампулы, а другой — гладкий. Как уже было сказано ранее, задний и верхний полукружные каналы гладкими концами сливаются в одну общую ножку.

Условно каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: фронтальной вертикальной, сагиттальной вертикальной и горизонтальной. Верхний и горизонтальный полукружные каналы образуют между собой угол в  $65\text{--}90^\circ$ , задний и верхний — в  $85\text{--}115^\circ$ , горизонтальный и задний расположены друг к другу почти под прямым углом.

Верхний (фронтальный, или передний) полукружный канал расположен почти перпендикулярно к верхнему краю продольной оси пирамиды височной кости. На верхней поверхности пирамиды выпуклая часть канала выдается в виде заметного возвышения (*eminentia canalis semicircularis sup.*). С фронтальной плоскостью передний полукружный канал образует угол в  $45^\circ$ .

Задний (сагиттальный, или нижний) полукружный канал расположен параллельно задней поверхности пирамиды. С сагиттальной плоскостью он составляет угол в  $45^\circ$ .

Дуга наружного (горизонтального) полукружного канала выступает в барабанную полость, образуя на ее медиальной стенке мыс (*promontorium*). С горизонтальной плоскостью данный канал образует угол в  $30^\circ$ .

Перепончатые полукружные каналы (*canales semicirculares membranaceae*) в точности повторяют форму их костного остова, однако диаметр их просвета почти в три раза тоньше. Перепончатые полукружные каналы, эксцентрически прикрепляясь к периосту выпуклой стороны костных, находятся в подвешенном состоянии в перилимфе. Свободная поверхность перепончатых каналов, обращенная в перилимфатическое пространство, соединяется с противоположной стенкой костного канала соединительнотканными тяжами, в которых проходят кровеносные сосуды. В ампулярной части перилимфатические пространства практически отсутствуют, так как перепончатые ампулы почти целиком заполняют костные.

Внутренняя поверхность перепончатых каналов выполнена эндотелием. На внутренней поверхности ампул имеется круговой выступ — гребень (*crista ampullaris*), состоящий из опорных и чувствительных волосковых клеток, являющихся периферическими рецепторами вестибулярного нерва. Длинные волоски нейроэпителиальных клеток доходят почти до противоположной стенки ампулы. Они склеены между собой, формируя своеобразную кисточку (*cupula terminalis*), покрытую желеобразным сводом. Движение эндолимфы в сторону ампулярного или гладкого колена полукружного канала в результате воздействия угловых ускорений вызывает смещение длинных волосков и возмущение нейроэпителиальных клеток, которое преобразуется в электрический импульс и передается на окончания ампулярных веточек вестибулярного нерва.

Единственным источником кровоснабжения внутреннего уха являются ветви лабиринтной артерии (*a. labyrinthi*) из *a. basilaris*: *a. vestibularis*, *a. vestibulocochlearis* et *a. cochlearis*.

Венозный отток осуществляется по венам водопровода преддверия и улитки, а также внутреннего слухового прохода.

Согласно современным представлениям периферический отдел вестибулярного аппарата является уникальным гравитационно-инерционным входным датчиком, действующим в составе различных функциональных систем организма. Определенная информация состояния внешней среды, «входными воротами» для которой является вестибулярный рецепторный аппарат, посредством «сдвига» нейронной модели среды в центральном отделе функциональной системы, может повлиять практически на все процессы жизнедеятельности. Наряду с включением адаптационных процессов в ответ на внешнее воздействие, выходящее за рамки обычного функционирования системы, вышеуказанное влияние обусловлено также наличием множества ассоциативных путей ядерного вестибулярного комплекса.

С позиций клинической анатомии связь вестибулярного рецепторного аппарата с корой больших полушарий осуществляется посредством трехнейронной рефлекторной дуги. На дне внутреннего слухового прохода расположен вестибулярный ганглий (*ganglion vestibulare Scarpaе*), клет-

ки которого имеют два отростка, один из которых связан с волосками нейрорезпителиальных сенсорных клеток ампулярных и отолитовых рецепторов, а центральный в составе вестибулярной порции VIII нерва через внутренний слуховой проход направляется в продолговатый мозг к вестибулярным ядрам, где заканчивается I нейрон. Различают IV группы ядер: латеральные ядра Дейтерса (nucl. vestibularis lateralis), верхнеугловые — Бехтерева (nucl. vestibularis superior), нисходящие — Роллера (nucl. vestibularis descendens), медиальные (треугольные) — Швальбе (nucl. vestibularis medialis).

Установлены пять основных ассоциативных путей, связывающих вестибулярные ядра с ядрами центральной нервной системы: вестибулоспиальные, вестибулоглазодвигательные, вестибуловегетативные, вестибуломозжечковые и вестибулоркортикальные. Причем последние посредством переключения в зрительном бугре доставляют непрерывную информацию к височной доле коры головного мозга, где вестибулярный анализатор имеет рассеянное корковое представительство.

Таким образом, вестибулярные ядра являются донором информации состояния, полученной от периферического вестибулярного датчика, для остальных компонентов (как регуляторных, так и эффекторных) различных функциональных систем.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АДЕКВАТНЫХ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА**

Жизнедеятельность человека в современных условиях тесно связана с постоянным активным и особенно пассивным перемещением в пространстве, и как следствие этого, влиянием на организм механических сил, которые воспринимаются рядом функциональных систем. Специфическим органом акцелерационной чувствительности, реагирующим на перемещение тела в пространстве и изменение ретинальной афферентации, сенсорным элементом, входящим в высокоавтоматизированные функциональные системы организма (систему управления взглядом и систему равновесия), является вестибулярный аппарат.

Следует отметить отчетливую тенденцию к снижению статокINETической устойчивости человека на современном этапе эволюции по ряду причин.

Во-первых, XX в. ознаменован грандиозным научно-техническим прогрессом, что привело к кардинальному изменению характера трудовой деятельности человека. В настоящее время неоспорим факт преобладания умственного труда над физическим, что способствует снижению общей двигательной активности и актуализации проблемы гиподинамии и гипо-

кинезии. Это в свою очередь ограничивает формирование программ реализации двигательных актов для достижения конечного приспособительного действия систем управления взором и равновесия.

Во-вторых, вследствие широкого использования автомобильной, авиационной, железнодорожной техники, морских судов и других средств для перемещения в пространстве, отмечается снижение активных и увеличение доли пассивных движений человека, что в свою очередь приводит к формированию своеобразной совокупности внутренней афферентации, которая, не обладая собственной модальностью, формирует зрительные ощущения, указывающие на движения видимых объектов. При этом параметры вестибулярной афферентации просто не находят отображения в психофизиологических процессах, отражающих суть пространственного восприятия. При пассивных перемещениях в пространстве (равно как и в условиях невесомости) раздражение вестибулярного рецептора вызывает нарушение не только физиологических процессов функционирования систем управления взором и равновесия, но и психофизиологических процессов восприятия пространства, что приводит уже к функциональным нарушениям на уровне, корригирующем само управление (сбою центральной регуляции функционирования систем).

Вышеуказанные особенности усугубляются постоянным ростом требований современной техники (летательные аппараты IV и V поколений, космические корабли, высокоскоростные лифты, поезда и др.) к уровню статокINETической устойчивости их пользователей (водительского состава — пилотов, машинистов и др., а также пассажиров).

Различают две категории раздражителей вестибулярного аппарата: адекватные и неадекватные. Адекватными раздражителями полукружных каналов являются угловые ускорения, а отолитового аппарата — линейные ускорения. Следует отметить, что отолитовый орган одинаково реагирует на изменения как гравитационного, так и инерциального векторов. Нормальный способ раздражения полукружных каналов — отрывистое ускорение малой продолжительности, за которым сразу же следует торможение. Эта комбинация, вызываемая нормальными движениями головы, не дает ни одной из эластических купул достичь максимального отклонения в вязкой эндолимфе. Вместе с тем при продолжительном угловом ускорении, приводящем к движению с постоянной угловой скоростью (например, на некоторых аттракционах, при движении на центрифуге, а также проведении некоторых вращательных проб), купула протока будет отклоняться в плоскости вращения соответственно величине и продолжительности ускорения, а затем, когда будет достигнута постоянная скорость вращения, медленно вернется к нулевому положению. В этот момент, если голова находится в спокойном положении, купула не отклонена и, несмотря на движение, отолитовый орган не способен обнаружить вращения организма.

К неадекватным раздражителям относят охлаждение или нагревание лабиринта (калоризация), воздействие электрического тока (гальванизация), изменение плотности воздуха в наружном слуховом проходе. В повседневной жизни надпороговое воздействие на вестибулярный аппарат неадекватных раздражителей маловероятно, однако в некоторых случаях (преимущественно у лиц «вестибулярных» профессий) вследствие резкого перепада барометрического давления в наружном слуховом проходе может вызывать вестибулярные реакции, например, у пилота высокоманевренного самолета при резком уменьшении высоты, у парашютиста в свободном падении, у водолазов (личного состава подводных лодок) при быстром погружении (всплытии), а также при проведении экспертизы переносимости перепадов барометрического давления в компрессионных (декомпрессионных) барокамерах, сеансов гипербарической оксигенации.

Вследствие перемещения в пространстве организм человека чаще всего подвергается воздействию ускорений следующих четырех видов: прямолинейные, радиальные, угловые и ускорения Кориолиса.

Внешнее механическое воздействие вызывает движение тела с определенной скоростью.

Скоростью называют отношение пути ко времени, в течение которого тело проходит этот путь. Если движущееся тело проходит за равные отрезки времени равный путь, т. е. если скорость с течением времени остается постоянной, то такое движение называется равномерным. Если же тело проходит в одинаковые отрезки времени различный путь, движение его называется неравномерным.

В повседневной жизни наиболее распространенным является неравномерное движение, при котором скорость может изменяться по величине, направлению или по величине и направлению одновременно. В механике всякое изменение скорости по величине или направлению в единицу времени называется ускорением.

Ускорение с продолжительностью действия до 1 с условно принято называть кратковременным, более 1 с — длительным.

Ускорение обычно выражают в метрах на секунду в квадрате ( $\text{м/с}^2$ ). В авиации, экспериментальной вестибулометрии, практике врачебно-летной экспертизы широкое применение нашла единица ускорения, равная нормальному ускорению силы тяжести  $9,81 \text{ м/с}^2$ . Обозначается эта единица буквой  $g$ . Это дает основание определять ускорение, возникающее при любой форме движения, в единицах ускорения силы тяжести. Из сущности ускорения свободного падения вытекает, что ускорение, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ , вызывается действием силы, равной весу тела. Так, если ускорение равно  $5 g$ , то создающая его сила в 5 раз больше веса тела.

Из вышесказанного очевидно, что при изменении скорости или направления движения на тело действует не само ускорение, а внешние силы, вызывающие его. Эти силы называются инерционными, т. е. сообщающими

ускоряемому телу инерцию. По величине силы инерции равны силам, вызывающим ускорение, но направлены в обратную сторону. С воздействием инерционных сил люди часто встречаются при поездках на различных видах транспорта. В начале движения ускорение и вызывающая его сила направлены вперед (по ходу движения), а пассажиры ощущают действие инерционной силы, отклоняющей их назад. При резком торможении и остановке происходит обратное: ускорение и сила, вызывающая его, направлены назад, а инерционная сила отклоняет пассажиров вперед.

Угловые ускорения возникают в следующих случаях:

1. При вращательных эволюциях во время выполнения сложных акробатических трюков, пилотажных фигур на самолете, прыжках с трамплина в воду и т. д. В таких случаях угловое ускорение  $w$  характеризует градиент нарастания угловой скорости во времени  $w$  ( $\text{рад/с}^2$ ) =  $\Delta w : \Delta t$ .

2. При одновременных вращениях относительно двух осей. Примером может служить вращение самолета относительно оси  $z$  со скоростью  $w_z$  во время выполнения петли и одновременное вращение относительно оси  $x$  со скоростью  $w_x$ , выполняя переворот. В данном случае возникает угловое ускорение относительно оси  $y$  (так называемое прецессионное угловое ускорение), которое определяется по формуле:  $w_y = w_x \cdot w_z$ .

Порог восприятия угловых ускорений полукружными каналами составляет  $0,17^\circ/\text{с}^2$  ( $0,003 \text{ рад/с}^2$ ) [2], причем наиболее низкая из измеренных величина порога для горизонтальных каналов человека оказалась около  $0,05^\circ/\text{с}^2$ . Нормальным сенсорным порогом следует считать угловую скорость  $1,5\text{--}4^\circ/\text{с}$  [8]. Большинство эволюций человека в пространстве выполняются при угловом ускорении ниже этих величин. В то же время во время выполнения фигур высшего пилотажа угловые ускорения могут достигать до  $100^\circ/\text{с}^2$  ( $2 \text{ рад/с}^2$ ), а угловые скорости —  $70\text{--}80^\circ/\text{с}$  ( $1,2\text{--}1,4 \text{ рад/с}$ ), почти на три порядка превышая пороги чувствительности ампулярного вестибулярного «датчика», не вызывая, однако, выраженных вестибулярных расстройств и иллюзии вращения, так как значительные по величине поствращательные нистагменные и вестибулосенсорные реакции при адекватной стимуляции полукружных каналов в условиях зрительного контроля окружающей обстановки имеют место лишь в тех случаях, когда характер изменения угловой скорости близок к трапецевидному закону с длительностью «плато» постоянной скорости порядка  $15\text{--}20 \text{ с}$ .

Линейные ускорения могут возникать:

1. При изменении скорости прямолинейного движения. В данном случае его величина определяется по формуле  $a$  ( $\text{м/с}^2$ ) =  $\Delta v : \Delta t$  и характеризует быстроту изменения скорости прямолинейного движения.

2. При движении по криволинейной траектории с радиусом  $R$  как результат изменения направления вектора скорости движения (так называемое центростремительное ускорение, которое определяется значением  $a_y = w^2 \cdot R$ ).

Пороги восприятия линейных ускорений отолитовыми рецепторами составляют порядка 0,001–0,005 g (по данным других авторов — всего 0,000344 g) при изменении величины и порядка 1,5° — при изменении направления ускорения, тогда как при управлении высокоскоростными железнодорожными составами на машинистов и их помощников длительно воздействуют знакопеременные линейные виброперегрузки, превышающие пороговые в 150–270 раз (от 0,27 до 0,78 g), а при полетах на истребителях IV поколения — в 1000 (!) раз и более, достигая 7–9 g.

Ускорения Кориолиса возникают при движении по криволинейной траектории и одновременном вращении относительно другой оси, а также при движениях головы во время выполнения вращательного маневра. Выражаясь иными словами, кориолисово (поворотное) ускорение является результирующей так называемого двойного вращения и характеризуется выражением:  $a_k = 2R \cdot \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot \sin\alpha$ , где  $\alpha$  — угол между нормалью к вектору угловой скорости  $\omega_1$  и срединной линией человека, совершающего вышеупомянутое движение. При двойном вращении на отолитовый аппарат, кроме кориолисовой силы, воздействуют центробежные силы, обусловленные каждым из обоих вращений, а также пара гироскопических сил, поэтому за влияние кориолисовых ускорений принимают действие всего комплекса указанных сил на отолитовые рецепторы, а также сочетанное воздействие прецессионных угловых ускорений на купулярные рецепторы.

Безусловно, в большинстве случаев сочетанному воздействию всех видов ускорений подвергается человек, движение которого можно условно представить как движение твердого тела, обладающего шестью степенями свободы (летчики, спортсмены). В большинстве же случаев человек подвергается воздействию прямолинейных и центростремительных ускорений.

Характер изменения физиологических функций организма человека и его работоспособности под воздействием адекватных вестибулярных раздражителей зависит от вида и величины ускорения, продолжительности и направления его действия, повторяемости воздействия, а также от физиологического состояния, психофизиологических особенностей, адаптационного потенциала организма и наличия ситуационного опыта функционирования систем управления взором и равновесия, сформированного в виде нейронной модели среды. Форма проявления этих изменений может быть различной: от незначительных неприятных ощущений до крайне тяжелых состояний, сопровождающихся выраженными расстройствами деятельности органов дыхания, сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма, вплоть до потери сознания и травматических повреждений.

В диагностической и экспертной практике вместо сложного вычисления углового ускорения ( $b$ ) более удобно определять угловую скорость ( $a$ ). Следует иметь в виду, что степень сдвига эндолимфы и смещение ку-

пулы зависят не только от величины углового ускорения, но и от времени ( $t$ ), в течение которого оно действует. Поэтому интенсивность порогового раздражения в известных пределах правомочно определять величиной ( $b \cdot t$ ), что и является выражением угловой скорости:  $a = b \cdot t$ .

## КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Ниже приведены наиболее часто встречающиеся в современной литературе классификации нарушения функции вестибулярного аппарата с учетом анатомических, функциональных и нозологических подходов.

В. Г. Базаров (1988) выделяет IV степени вестибулярной дисфункции:

- легкая (I);
- умеренная (II);
- значительная (III);
- тяжелая (IV).

Информационный подход к проблеме статокINETической устойчивости позволил А. П. Исаеву с соавт. (2000) [16] разделить людей на следующие группы:

- с хорошо выраженной вестибулярной устойчивостью;
- со скрытой формой вестибулярной неустойчивости;
- вестибулярно-неустойчивые;
- с выраженной вестибулярной неустойчивостью.

Вышеупомянутыми авторами было также определено четыре типа функционального состояния вестибулярного анализатора, что согласуется с дифференцированием четырех уровней помехоустойчивости:

1. Вестибулярная система работает автономно, без участия центральных механизмов регуляции и снижения замыкаемых связей между составляющими нистагма.

2. Высокий уровень саморегуляции, проявления автономного типа регуляции, но с участием центральных механизмов и повышением корреляционных связей между компонентами нистагма и низким уровнем замыкаемых связей между соматическими, сенсорными и вегетативными реакциями на подпороговые раздражители.

3. Включение в механизм адаптации к вестибулярным раздражителям вегетативных реакций при непосредственном участии центральных механизмов регуляции и повышением корреляций между параметрами нистагма, частотой сердечных сокращений и продолжительностью сенсорных реакций.

4. Активное участие ЦНС в выраженности сенсорных, соматических и вегетативных реакций. Усиления вегетативных и сенсорных реакций при явном увеличении корреляций между ЧСС и составляющие нистагма, между ЧСС и ощущением противовращения. Сенсорная система обслужива-



ет различные виды механической деятельности: передвижение, поддержание позы, а также восприятие и коммуникацию.

На сегодняшний день для определения уровня поражения и стадии компенсации вестибулярной дисфункции используют также классификацию поражения вестибулярной системы, предложенную Н. С. Благовещенской:

I. Периферический уровень:

- 1) лабиринтное поражение;
- 2) корешковое поражение.

II. Центральный уровень:

1. Субтенториальное стволовое поражение:
  - а) ядерное;
  - б) подъядерное;
  - в) надъядерное в области моста;
  - г) надъядерное в области среднего моста.
2. Супратенториальное поражение:
  - а) диэнцефально-гипоталамическое;
  - б) подкорковое;
  - в) корковое.

Нарушение функции вестибулярной системы могут обуславливать различные этиологические факторы (по М. Дикс и Дж. Худ, 1987) [23]:

I. Травматические:

- 1) черепно-мозговая травма;
- 2) «хлыстовая» травма шеи.

II. Инфекционные:

- 1) хронические заболевания среднего уха;
- 2) вестибулярный нейронит;
- 3) сифилис;
- 4) туберкулез;
- 5) синдром Рамзая–Ханта.

III. Гематологические:

- 1) анемия;
- 2) повышение вязкости крови.

IV. Сосудистые заболевания:

1. Цереброваскулярные:
  - 1) атеросклероз сосудов головного мозга;
  - 2) синдром обкрадывания;
  - 3) синдром Валленберга;
  - 4) церебральный васкулит.
2. Сердечно-сосудистые:
  - 1) гипотензия;
  - 2) синдром каротидного синуса;
  - 3) аритмия;
  - 4) аортальные пороки.

V. Метаболические:

- 1) гипогликемия;
- 2) гипервентиляция.

VI. Новообразования:

1. Первичное поражение:

- 1) холестеатома;
- 2) гломусная опухоль;
- 3) невринома слухового нерва;
- 4) поражения мосто-мозжечкового угла;
- 5) поражения ствола головного мозга;
- 6) поражения мозжечка;
- 7) поражения височной доли мозга.

2. Вторичное поражение:

- 1) носоглотка;
- 2) наружное ухо.

3. Метастазы.

VII. Дегенеративные и демиелинизирующие заболевания:

- 1) болезнь Паркинсона;
- 2) дегенерация спинного мозга и мозжечка;
- 3) болезнь Меньера;
- 4) рассеянный склероз.

VIII. «Костный фактор»:

- 1) аномалии большого черепного отверстия;
- 2) шейные аномалии;
- 3) болезнь Педжета;
- 4) остеосклероз.

IX. Зрительные.

X. Ятрогенные:

- 1) хирургические;
- 2) медикаментозные.

XI. Психогенные.

Согласно Международной классификации болезней X пересмотра, периферическая вестибулярная дисфункция может быть обусловлена следующими заболеваниями и патологическими состояниями:

H81.0 Болезнь Меньера.

H81.1 Доброкачественное пароксизмальное головокружение.

H81.2 Вестибулярный нейронит.

H81.3 Другие периферические головокружения (синдром Лермуайе, периферическое без доказательных уточнений, сотрясение лабиринта).

H81.9 Нарушения вестибулярной функции неуточненные.

H83 Другие болезни внутреннего уха (опухоль и т. д.).

H83.0 Лабиринтит.

H83.1 Лабиринтная фистула.

S13.4 «Хлыстовая» травма шеи.

S15.1 Травма позвоночной артерии.

M47.0 Синдром сдавления позвоночной артерии при спондилезе (синдром позвоночной артерии).

M53.0 Шейно-черепной синдром (задний шейный симпатический синдром).

G45.0 Синдром вертебро-базилярной артериальной системы (нарушение кровообращения в а. labyrinthi).

## **СХЕМА ОБСЛЕДОВАНИЯ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА**

Расстройство адаптации к вестибулярным раздражителям является распространенной патологией, вызывающей значительные трудности в диагностике и лечении.

Из приведенного выше исторического обзора очевидно, что на протяжении прошлого столетия эволюция знаний в области физиологии вестибулярного аппарата приводила к постоянному совершенствованию методов его исследования и попыткам качественной и количественной оценки его функционирования.

Безусловным достижением вестибулологии явилось активное внедрение современных вестибулометрических методик, таких как компьютерная электроокулография, видеоокулография и стабилография, позволяющих объективно и с минимальными временными затратами оценить состояние вестибулярного аппарата, а также поставить точный топический диагноз уровня «сбоя» заинтересованных функциональных систем. Однако в настоящее время далеко не все учреждения здравоохранения стационарного и, тем более, амбулаторного звена обладают необходимой дорогостоящей аппаратурой для проведения объективных вестибулометрических исследований, поэтому абсолютное большинство оториноларингологов, сталкиваясь с вестибулярной патологией в своей практике, по-прежнему вынуждены ограничиваться обычным отоневрологическим тестированием.

Следует отметить, что в большинстве нормативных правовых документов, регламентирующих порядок медицинского освидетельствования лиц различных (в том числе и «вестибулярных») профессий, экспертную нагрузку несут лишь результаты оценки различных типов реакций (вестибулосоматических, вестибулосенсорных, вестибуловегетативных), обусловленных провокацией вестибулярного аппарата посредством проведения вестибулярных вращательных проб. В связи с вышесказанным очевидно, что любой оториноларинголог должен обладать хотя бы минимальным арсеналом рутинных диагностических тестов для установления предварительного диагноза пациентам с вестибулярными расстройствами, а также проведения медицинского освидетельствования на профпригодность.

Накопленный нами опыт проведения экспертизы устойчивости к вестибулярными раздражителям лиц «вестибулярных» профессий (летчиков, парашютистов, водителей, лиц, работающих на высоте и др.) позволил предложить схему вестибулометрического обследования в целях профотбора, которая, безусловно, будет полезной и на амбулаторном оториноларингологическом приеме для постановки предварительного диагноза и определения дальнейшей тактики обследования.

Схема включает три уровня диагностических тестов:

I. Базовая схема обследования (1-й уровень):

1. Опрос обследуемого, изучение вестибулярного анамнеза, определение противопоказаний для проведения обследования.

2. Исследование **статического равновесия** (способности сохранять определенную позу):

а) проведение пробы вытянутых рук;

б) исследование статической устойчивости в простой и сенсibilизированной позе Ромберга.

3. Исследование **динамического равновесия** (способности к передвижению):

а) ходьба с закрытыми глазами по прямой или проведение «шагающего» теста Фукуды;

б) исследование «фланговой» походки.

4. Исследование **координаторной функции** (способности владеть собственным телом): проведение теста горизонтального (вертикального) письма (по В. Г. Базарову, Т. Фукуде).

5. Исследование **спонтанных вестибулярных реакций**: визуальное определение спонтанного и позиционного нистагма.

6. Оценка реакций вестибулярного анализатора на **надпороговые адекватные раздражители**:

а) измерение фоновых показателей частоты сердечных сокращений и артериального давления;

б) проведение вестибулярной вращательной пробы с оценкой:

– вестибуло-вегетативных реакций (побледнение, холодный пот, тошнота и т. д.);

– вестибуло-сенсорных реакций (вестибулярная иллюзия противовращения (ВИП), асимметрия поствращательного нистагма);

– вестибуло-соматических реакций (угол отклонения туловища от вертикали);

в) измерение частоты сердечных сокращений и артериального давления после проведения вестибулярной вращательной пробы.

7. Анализ результатов и заключение о профессиональной пригодности обследуемого.

II. Тесты 2-го уровня. Проводятся в случае отклонения параметров, оцениваемых при проведении базового вестибулометрического обследования, либо при наличии у освидетельствуемого установленной ранее патологии (заболевания сердечно-сосудистой системы, снижение слуха, неврологические расстройства и др.).

По показаниям проводятся:

1. Электронистагмография — при выявлении асимметрии нистагма более 10 с, или сочетании асимметрии нистагма более 5 с с отклонением ряда цифр от горизонтали (вертикали) более  $15^\circ$  ( $10^\circ$ ) при проведении «пишущих» тестов, или выявлении разности в длительности ВИП и поствращательного нистагма более 10 с.

2. Вестибулярная вращательная проба в сочетании с оптокинетической стимуляцией — при выявлении ВИП более 30 с.

3. Исследование органов желудочно-кишечного тракта (ФГДС, УЗИ и др.) — при появлении во время повторного исследования выраженной тошноты или рвоты.

4. Объективизация показателей адаптации сердечно-сосудистой системы к вестибулярной нагрузке — при выраженном отклонении гемодинамических показателей и их замедленном возвращении к фоновым цифрам, наличии у обследуемых сердечно-сосудистой патологии, а также выраженных вестибуло-вегетативных реакций при проведении обследования:

– анализ динамики электрической активности сердца, а также вариабельности сердечного ритма по сравнению с фоновыми показателями при непрерывном мониторинговании электрокардиограммы (ЭКГ) во время исследования;

– анализ динамики артериального давления (АД) во время исследования по сравнению с фоновыми показателями (обязательное измерение АД во время воздействия «стоп-стимула» и возникновения ВИП) с использованием аппарата суточного мониторингования АД;

– объективное исследование слуха у лиц, предрасположенных к укачиванию.

III. Тесты 3-го уровня включают:

1. Проведение вестибулярной стимуляции с помощью неадекватных раздражителей (в диагностических целях целесообразно использовать на 1-м уровне вместо вестибулярной вращательной пробы).

2. Консультации специалистов (эндокринолога, психотерапевта и др.).

3. Проведение дополнительных исследований (Р-графия височных костей, компьютерная томография головы, магнитно-резонансная томография и др.).

Следует сделать ряд оговорок по поводу использования вышеуказанной схемы.

Во-первых, схема разрабатывалась в целях экспертизы состояния вестибулярного аппарата у лиц экстремальных профессий с учетом требований нормативных правовых документов, поэтому применение некоторых из предлагаемых тестов (особенно вестибулярных вращательных проб) на амбулаторном приеме пациентам с жалобами на вестибулярные нарушения в большинстве случаев нежелательно, а в остром периоде вестибулярной патологии — недопустимо.

Во-вторых, при разработке вышеуказанной схемы произведена попытка оценить функционирование вестибулярного аппарата с современных позиций системного подхода, поэтому все возникающие изменения в ответ на предъявляемый надпороговый (сверхпороговый) раздражитель необходимо расценивать как включение процессов адаптации функциональной системы к резко изменившейся модели среды. Таким образом, оценка различных параметров (гемодинамика, нистагм, электрическая активность сердца и др.) проводится с целью установления скорости и включения объективных критериев срыва процессов адаптации.

Тесное анатомическое и функциональное «соседство» органа равновесия и слуха обуславливают их взаимосвязь и взаимообусловленность патологических процессов, поэтому объективная оценка состояния слуховой функции (особенно методом спонтанной отоакустической эмиссии) [32; 35] представляется одним из перспективных направлений, позволяющим прямо или косвенно судить и о состоянии вестибулярной функции.

В-третьих, в практической деятельности врач-оториноларинголог, ориентируясь на основные этапы диагностического и экспертного поиска, указанные в предложенной схеме, должен использовать в первую очередь те вестибулометрические и отоневрологические тесты, которыми лучше владеет.

Безусловно, выполнение всей предложенной программы обследования не всегда осуществимо в силу объективных причин, в первую очередь, дефицита времени, поэтому установление предварительного диагноза или определение абсолютных противопоказаний к профессиональному предназначению при профотборе является критерием для окончания проведения исследования.

В-четвертых, системный подход к проблеме вестибулярной устойчивости зачастую раскрывает проблемы, выходящие далеко за пределы компетенции врача-оториноларинголога, поэтому в сомнительных случаях решение о профпригодности всегда решается комиссионно при наличии исчерпывающей информации о состоянии здоровья испытуемого.

В-пятых, при противоречивости и неоднозначности результатов экспертизы при условии выраженной направленности обследуемого на определенный вид трудовой деятельности, предъявляющей повышенные требования к устойчивости работы функциональных систем, связанных с пространственной ориентацией, необходимо осторожно, но настойчиво рекомендовать консультацию психотерапевта. Проведенные рядом авторов

за последнее время научные исследования подтвердили важную роль психофизиологических особенностей личности в адаптации к вестибулярным нагрузкам. Зачастую формирование нестойкой патологической доминанты (например, «боязнь белого халата») может приводить к выраженной дезадаптации человека к вестибулярным нагрузкам при абсолютной анатомической и функциональной сохранности систем пространственной ориентации. При этом доказано, что наиболее чувствительными к вестибулярным нагрузкам являются лица с высоким уровнем тревожности, нейротизма, с преобладанием признаков интраверсии, дистимическим и застревающим типами акцентуации личности. В то же время рациональная психопрофилактика в сочетании с пассивными и активными вестибулярными тренировками дает положительные результаты почти в 50 % случаев.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОНТАННОГО НИСТАГМА

В экспертной оториноларингологической практике наибольшее значение имеет выявление спонтанного нистагма как объективного симптома нарушения вестибулярной функции.

Под нистагмом понимают произвольное, ритмичное, содружественное подергивание глазных яблок.

Нистагм при заболеваниях вестибулярного аппарата отличается от нистагма другого происхождения (оптического, железнодорожного, нистагма углекопов, алкогольного, установочного, врожденного и др.) ритмичностью колебаний глазных яблок, а также наличием двух фаз колебаний — фазы медленного отклонения глазных яблок в одну сторону и фазы их быстрого возвращения в прежнее положение. При этом направление нистагма оценивают по быстрому компоненту.

Спонтанный нистагм может возникать вследствие воспалительных и невоспалительных заболеваний лабиринта (лабиринтный нистагм), а также при патологических процессах в стволовом, реже — в корковых отделах вестибулярной системы (вестибулярный нистагм).

Определение интенсивности вестибулярного нистагма основано на его физиологическом свойстве усиливаться при взгляде в сторону быстрого компонента и ослабевать при взгляде в сторону медленного компонента (закон Александра).

Различают три степени нистагма:

- 1-я степень — появляется при отведении глаз на  $30^\circ$  в сторону быстрого компонента;
- 2-я степень — продолжение нистагма при взгляде в сторону быстрого компонента и прямо;
- 3-я степень — сохранение нистагма при взгляде прямо и в обе стороны.

Для характеристики вестибулярного нистагма анализируют также:

1. Направление. В зависимости от плоскости, в которой регистрируется нистагм, его принято подразделять на горизонтальный (вправо-влево), вертикальный (вверх-вниз) диагональный (вверх-вправо, или влево-вниз вправо, или влево), ротаторный (с направлением по или против часовой стрелки) и конвергирующий.

2. Плоскость (горизонтальный, ротаторный, вертикальный).

3. Амплитуду. По амплитуде нистагм бывает мелко-, средне- и крупноразмашистым, что определяется размахом колебательных движений глазных яблок. Смещение глаз на 0,5–2,5 мм (1,2–6°) соответствует мелко-размашистому нистагму, отклонение на 3–6 мм (7–14°) — средне-размашистому, свыше 7 мм (более 15°) — крупноразмашистому.

4. Быстроту (вялый, живой).

5. Соотношение быстрого и медленного компонентов нистагма. Выделяют клонический нистагм (отношение быстрого компонента к медленному 1 : 2–1 : 5), клоникотонический (1 : 8) и тонический (свыше 1 : 10 вплоть до полного выпадения быстрого компонента).

Наступающие при внезапном остром раздражении лабиринта (экспериментальной вестибулярной провокацией или патологическим процессом) или его выключении расстройств в виде спонтанного нистагма и нарушения равновесия являются следствием асимметрии импульсов с разных сторон к вестибулярным ядрам, ядрам глазодвигательного нерва, мозжечку, мотонейронам спинного мозга, а также в кору головного мозга.

Для наглядности можно грубо сравнить соотношение между лабиринтами и глазами с кучером, правящим повозкой, запряженной двумя лошадьми, причем лабиринты — это руки кучера, а лошади — это глаза. Раздражение лабиринта (усиление тяги в одной руке кучера) вызывает поворот обоих глаз (лошадей) в эту сторону, а ослабление или выключение лабиринта — нистагм в противоположную (здоровую) сторону.

**Выявление спонтанного нистагма.** Для выявления спонтанного нистагма сидящий напротив врача обследуемый фиксирует взгляд на указательном пальце врача на расстоянии 50–70 см.

Врач, проводящий обследование, медленно перемещает палец перед обследуемым и фиксирует его в крайних отведениях, отмечая наличие или отсутствие подергивания глазных яблок. Обследуемого просят следить за перемещением пальца врача, не поворачивая головы. При этом необходимо иметь в виду, что угол атаки взора обследуемого не должен превышать 30° от центральной его позиции в разные стороны и в разных плоскостях (вправо-влево, вверх-вниз). Также следует помнить о возможности возникновения установочного нистагма, который проявляется в виде нескольких нистагменных подергиваний и сразу затухает.

В клинической практике, как правило, используют визуальную регистрацию и оценку нистагма, однако в ряде случаев, например при слабом



мелкоразмашистом нистагме, латентных формах вестибулярной дисфункции, проявляющихся труднозаметными ритмичными движениями глаз, целесообразно использовать очки Френзеля или Бартельса с линзами +20 диоптрий, что нивелирует тормозящее влияние фиксации взора на вестибулярный нистагм и улучшает условия диагностики нистагма. Современные окулографические методики позволяют выполнить компьютерную регистрацию и обработку нистагма, зафиксировать спонтанный и позиционный нистагм при закрытых глазах пациента, что исключает фиксацию взора.

Нистагмоидные подергивания глазных яблок могут быть обусловлены слабостью глазных мышц, нарушением внимания обследуемых, а также болезненностью при движениях глазных яблок. В отличие от вестибулярного нистагма врожденный оптический нистагм множественный, дрожательно-маятникообразный, крупноразмашистый.

**Субъективный визуальный вертикальный тест** используют для исследования индивидуальной оценки физической вертикали. Исследование проводят в темной комнате. Сидящий в кресле пациент при помощи специального устройства дистанционным пультом устанавливает фосфоресцирующую полосу в положении, кажущемся ему вертикальным. При отсутствии отолитовых нарушений светящаяся полоска устанавливается либо строго вертикально, либо ее отклонение от истинной вертикали не превышает 2–4 %. При острой односторонней и двусторонней асимметричной периферической вестибулярной патологии отклонение составляет 5–15 %. При остром одностороннем отолитовом синдроме отклонение выражено в большей степени, что является признаком вестибулярной декомпенсации.

**Метод оценки следящих движений глаз.** Обследуемому, сидящему напротив врача, проводящего исследование, предлагается фиксировать взгляд на пальце (ручке), находящейся на расстоянии 60 см от глаз испытуемого, и, не поворачивая голову, наблюдать за предметом. Далее врач совершает плавные горизонтальные маятникообразные экскурсии пальцем (ручкой) и наблюдает за движениями глаз обследуемого. Оценивается плавность следящих движений глаз за предметом в крайних положениях глаз и прямо, синхронность движений, наличие спонтанного нистагма.

Следует подчеркнуть, что спонтанный лабиринтный или вестибулярный нистагм всегда является патологическим знаком, свидетельствующим о наличии вестибулярной дисфункции даже при отсутствии жалоб у освидетельствуемого и других спонтанных вестибулярных симптомов.

**Исследование «истинного» позиционного нистагма.** Данный вид нистагма выявляется лишь при определенных положениях головы и тела пациента. Исследование проводится последовательно в положении лежа на спине, далее — в положении лежа на правом боку, затем — лежа на левом боку. Нистагм, возникший в положении на боку и направленный в

сторону вышележащего уха, считается патологическим. При выявлении такого нистагма необходимо исключить различные образования дна 4-го желудочка, поражения задней черепной ямки.

Заслуживает внимания еще один вид патологического нистагма — позиционный алкогольный нистагм (ПАН), связанный с особенностями накопления и выведения алкоголя в различных органах и тканях организма, в частности, в купуле. Исследование проводится по методике, описанной выше. Выделяют два типа ПАН:

– ПАН-1: выявляется в период до 3 ч после употребления алкоголя (в фазу кумуляции его в купуле) и всегда направлен в сторону нижележащего уха;

– ПАН-2 наблюдается в фазе элиминации алкоголя из организма, которая длится от 5 до 11 ч, и всегда направлен в сторону вышележащего уха. Значение выявления и изменения направления ПАН велико для оценки стадии алкогольной интоксикации при профосмотре на допуск к работе лиц травмоопасных профессий. По мере уменьшения концентрации алкоголя ПАН меняет направление, снижается по интенсивности и исчезает.

**Выявление вестибулярной дисфункции укладывания.** Причиной таких нарушений с появлением нистагма является купулолитиаз травматического, воспалительного или сосудистого генеза. Такие пациенты отмечают, что при определенном движении головой у них развивается приступ сильного вращательного головокружения. При обычном исследовании следящих движений глаз спонтанный нистагм не выявляется.

Обследуемый сидит на кушетке, вытянув ноги. Проводится исследование на выявление спонтанного нистагма. Далее по команде врача обследуемый укладывается навзничь на правый бок, затем — на левый. Вновь исследуется спонтанный нистагм. После некоторого перерыва испытуемого вновь усаживают на кушетку, свесив ноги. Совершение во время исследования движения, провоцирующего головокружение, вызывает нистагм, который длится 5–10 с.

**Исследование шейного позиционного нистагма.** В основе данного вида позиционного нистагма лежит кратковременное ухудшение кровоснабжения ствола мозга при компрессии позвоночных артерий остеофитами или снижении компенсаторных возможностей сосудов виллизиева круга при поворотах головы (симптом де Клейна). Считается, что симптом де Клейна — объективный признак стволовой вестибулярной дисфункции в клинической картине неврологических проявлений остеохондроза шейного отдела позвоночника.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Одним из критериев адаптированности к окружающей среде является гравитационная толерантность. Известно, что устойчивость статической и динамической ориентации человека в пространстве, а также стабильность восприятия окружающего мира обеспечиваются четкой и слаженной работой всех сенсорных систем организма.

В последние десятилетия наблюдается бурный рост количества исследований по постурологии (от лат. *postura* — определенная поза) — учения о вертикальном положении тела и способах его удержания. Равновесие тела, адекватное восприятие окружающего пространства и точное отслеживание движущихся мишеней у человека обеспечивается взаимодействием сенсорных систем, прежде всего вестибулярной и зрительной, а также позотоническими и установочными рефлексамии, описанными в начале XX в. Р. Магнусом.

Согласно современному общепринятому определению, постуральный контроль — регуляция положения тела в пространстве — определяется двумя компонентами:

1. Постуральной устойчивостью, которая означает способность поддерживать вертикальное положение тела и, особенно, центра давления тела внутри границ площади опоры.

2. Постуральной ориентацией, под которой подразумевается способность поддерживать соответствующую взаимосвязь между отдельными структурами тела, между телом и окружающим пространством.

Постуральную устойчивость и определенную жесткость тела человека в условиях гравитации обеспечивают позотонические рефлексии, которые ограничивают (по мере необходимости) число степеней свободы суставов. Позвоночник оказывается закрепощенным тоническими паравертебральными мышцами. Соответствующими мышцами ограничивается подвижность в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах и атлантоокципитальном сочленении. Позотонические рефлексии обеспечивают также перераспределение тонуса туловища и конечностей в зависимости от пространственного положения головы и воздействия опоры.

Другой вид постуральных рефлексии — установочные рефлексии. Без последних закрепощенное тело человека, поставленное вертикально, упало бы. Этого не происходит, потому что при отклонении от вертикали срабатывают рецепторы вестибулярного аппарата и проприоцепторы суставов и мышц.

Одна из ключевых ролей в процессе межсенсорной интеграции и ориентации принадлежит вестибулярным рецепторам, так как они являются акцепторами гравитационной информации, контролируют положение головы, переводят информацию динамического состояния среды в им-

пульсы, которые расшифровываются мозгом. В результате этого человек осознает положение головы и тела в пространстве, ему доступна информация, которая позволяет управлять позными двигательными актами. Деятельность вестибулярных ядер (верхнего, латерального, медиального, нижнего) модулируется и интегрируется множеством афферентных входов. Множественные связи вестибулярных ядер с различными структурами центральной нервной системы обуславливают четкую и скоординированную работу системы поддержания равновесия, поэтому «сбой» в любом из отделов вестибулярного анализатора может приводить к ощущению головокружения и потере «чувства пространства».

В связи с вышесказанным один из первых этапов вестибулометрии — выявление изменения тонуса мышц, возникающего самопроизвольно без применения каких-либо внешних воздействий, а также проведение тестов на способность поддержания определенной позы.

**Проба вытянутых рук.** Обследуемый сидит с закрытыми глазами и вытянутыми прямо перед собой руками. Указательные пальцы нацелены вперед, остальные — сжаты в кулак. Врач находится напротив обследуемого, держит свои указательные пальцы в непосредственной близости от пальцев обследуемого, и, не касаясь последних, констатирует наличие или отсутствие смещения пальцев рук испытуемого относительно своих. Поддержание нормального тонуса мышц вследствие постоянных корригирующих влияний, поступающих от гравитационно-инерционного датчика информации, в течение длительного времени позволяет удерживать руки в заданном положении без каких-либо существенных смещений. При поражении лабиринта происходит отклонение обеих рук в сторону медленного компонента нистагма. При одностороннем поражении вестибулярных ядер ствола мозга и мозжечка происходит дисгармоничное отклонение руки на больной стороне наружу при сохранении заданной позиции на здоровой стороне.

**Пальценосовая проба.** Сидящий перед врачом испытуемый разводит в стороны руки и сначала при открытых глазах, а затем при закрытых старается дотронуться указательными пальцами правой и левой руки поочередно до кончика своего носа. Здоровый человек выполняет пробу без особого труда. При патологии лабиринта больной промахивается обеими руками в противоположную нистагму сторону (в сторону медленного компонента нистагма).

В отличие от поражения лабиринта при патологии в задней черепной ямке обнаруживается промахивание только одной рукой, соответствующей стороне локализации процесса.

Величину промахивания можно измерить, если перед обследуемым расположить обычную линейку.

**Пальцепальцевая проба (указательная проба Барани, 1916).** Сидящий перед врачом испытуемый держит руки на своих коленях. Исследователь садится напротив, вытягивает вперед правую руку.

Испытуемый, поднимая поочередно с колен руки, с открытыми глазами старается дотронуться своим указательным пальцем до указательного пальца врача. Затем это же движение испытуемый выполняет с закрытыми глазами.

Проба выполняется в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В первом случае обследуемый должен отвести руку в сторону, поднять ее на уровень плеча и совершить движение в горизонтальной плоскости справа налево (правой рукой) или слева направо (левой рукой), пока не коснется пальца врача. Во втором случае он повторяет упражнение по вертикали (движение рукой сверху вниз или снизу вверх).

В норме промахивания не бывает, при патологии лабиринта испытуемый промахивается в сторону медленного компонента нистагма, а при патологии в задней черепной ямке наблюдается промахивание только одной рукой, соответствующей стороне очага поражения. При вялотекущих воспалительных процессах спонтанное отклонение рук может отсутствовать или проявляться слабо.

**Указательный тест** является индикатором корковой ассоциативной деятельности вестибулярного анализатора. Обследуемый должен попасть с закрытыми глазами в мишень, предварительно потренировавшись с открытыми глазами. Оценивается величина отклонения от центра в миллиметрах и его латерализация.

По результатам проведения теста различают три степени выраженности спонтанного промахивания рук:

- 0 — отклонение в диаметре 25 мм;
- 1 — отклонение в диаметре 50 мм;
- 2 — отклонение в диаметре 75 мм;
- 3 — отклонение за диаметр 75 мм.

**Реакция отклонения рук (проба Водака–Фишера, 1924)** нередко применяется для исследования тонуса мышц. Обследуемый стоит с закрытыми глазами, держа на вытянутых вперед руках небольшой (0,5–1 кг) груз в течение 30–60 с. У здорового человека при таком исследовании допустимо незначительное симметричное опускание или разведение рук в стороны. При наличии вестибулярной дисфункции отмечается выраженное разведение рук, при этом рука, находящаяся на стороне возбужденного лабиринта, поднимается кверху, а на стороне угнетенного опускается книзу.

Одним из наиболее важных критериев функционирования системы поддержания равновесия является «чувство вертикали», т. е. способность к поддержанию вертикальной позы. Из арсенала диагностических методик

для оценки этого параметра наибольшее распространение получили **тесты устойчивости в простой и сенсibiliзированной позе Ромберга**, а также **тест Уемуры**.

*При исследовании* способности сохранять равновесие *в позе Ромберга* испытуемый занимает вертикальное положение с вытянутыми вперед руками и разведенными в стороны пальцами, плотно сомкнув носки и пятки, сначала с открытыми, а затем — с закрытыми глазами. При этом во избежание травмирования при возможном падении необходимо страховать обследуемого. В случае поражения лабиринта руки испытуемого и его туловище будут отклоняться в сторону медленного компонента нистагма, причем при поворотах головы изменяется и направление отклонения туловища. При поражении задней черепной ямки обследуемый отклоняется назад либо в сторону без изменения направления отклонения или падения при поворотах головы.

Если при проведении исследования в простой позе Ромберга нарушения равновесия не выявлено, то проводят так называемую «сенсibiliзированную» пробу Ромберга. Обследуемому предлагают занять прежнюю позу, но поставить ноги так, чтобы носок одной ноги касался пятки другой. После принятия требуемого положения обследуемый вытягивает перед собой руки и закрывает глаза. Если при этом не отмечается сколько-нибудь заметного отклонения туловища в ту или иную сторону, то считают, что функция статического равновесия у данного человека не нарушена.

*Тест Уемуры* выполняется в четыре этапа.

1. Стояние на двух ногах с открытыми глазами.
2. Стояние на двух ногах с закрытыми глазами.
3. Стояние на одной ноге с открытыми глазами.
4. Стояние на одной ноге с закрытыми глазами.

Обследуемому предлагается стоять по 10 с поочередно на правой и левой ноге сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами. При этом врач, проводящий обследование, учитывает пошатывание, раскачивание в стороны, балансирование для сохранения устойчивости руками или ногами, падение. Если пациент стоит на одной ноге с закрытыми глазами более 10 с, то считается, что проба отрицательная.

При нарушении функции вестибулярного аппарата наступает соответствующее изменение тонуса поперечно-полосатых мышц верхних, нижних конечностей и туловища, что отражается на характере выполнения теста.

Исследование динамического (или кинетического) равновесия заключается в регистрации отклонения туловища в ту или иную сторону при ходьбе обследуемого по прямой линии вперед и назад с открытыми и закрытыми глазами. При этом в зависимости от условий проведения оценивать тест можно визуально, «следовым» способом или с помощью регистрирующих устройств, причем первый способ в силу объективных причин наиболее распространен.

**Исследование походки по прямой.** Обследуемому предлагают вначале с открытыми, а затем с закрытыми глазами пройти обычным шагом по прямой линии. Отклонения от прямой линии измеряются в сантиметрах. У здоровых людей при ходьбе с закрытыми глазами они не превышают 10–15 см. При поражении лабиринта наблюдается зигзагообразная («пьяная») походка с отклонениями от прямой линии до 50–100 см и более, а также «звездообразная» походка, при которой возврат в исходное положение происходит с определенным углом отклонения.

Для выявления «звездообразной» походки больному предлагают совершать 5 или 10 шагов вперед (считая число шагов про себя), а затем — то же количество шагов назад. Проба проводится до тех пор, пока не последует команда «стоп». При вестибулярной патологии возвращение обследуемого назад совершается с отклонением вправо или влево от первоначального положения на угол  $30^\circ$  и более, отчего нарушение походки приобретает звездообразный рисунок.

**Проба «отолитовой» походки,** предложенная А. Х. Миньковским (1974), основана на учете влияния рефлексов мешочков преддверия на тонус мышц. Обследуемому предлагают в течение 1 мин провести с закрытыми глазами 10 медленных наклонов головы от правого плеча к левому и наоборот без рывков и остановок в крайних положениях. Вышеуказанные движения приводят к раздражению нейроэпителиальных клеток сферического мешочка. Тотчас после окончания выполнения последнего упражнения обследуемому предлагают быстро идти вперед с наклоненной к плечу на  $30\text{--}40^\circ$  головой и закрытыми глазами. При поражении лабиринта наблюдается отклонение походки в сторону наклона головы («саккулярная» походка).

Через 5 мин исследование повторяют, рекомендуя при тех же условиях выполнить 10 наклонов головы в сагиттальной плоскости (вперед и назад на угол  $30\text{--}40^\circ$  от вертикали), что способствует раздражению рецепторов эллиптического мешочка. После этого обследуемый должен быстро идти вперед с наклоненной кпереди головой. В случае патологии вестибулярного аппарата наблюдается «утрикулярная» походка, напоминающая петушину, — высокое поднятие ног, топтание на месте. Согласно данным автора методики, «саккулярная» и «утрикулярная» походки четко проявляются при вестибулярных расстройствах и отсутствуют у здоровых людей.

**Фланговая походка.** Обследуемый выполняет по 5 движений вбок приставным шагом в обе стороны (отставляя правую ногу вправо, затем приставляя к ней левую и наоборот). При поражении лабиринта фланговая походка не нарушается, тогда как при поражении мозжечка она бывает невыполнима в сторону очага поражения.

**Шаговый тест Фукуды** отличается относительно высокой индивидуальной чувствительностью при наличии вестибулярных нарушений. При поточном осмотре его значение велико, так как этот тест дает возможность заподозрить вестибулярные нарушения при так называемом

синдроме «малых симптомов». Для проведения этой пробы необходимо на полу начертить четыре взаимно перпендикулярные прямые, чтобы углы между лучами составляли  $45^\circ$ . Пациент с закрытыми глазами стоит в центре и ровняется по одной из прямых. Далее закрывает глаза и марширует на месте, высоко поднимая колени до 50 шагов. Оценивается продвижение его вперед менее 0,2 м и более 1 м, угол отклонения от центра и угол поворота, наличие шагов назад. Отсутствие смещения или смещение назад, особенно когда оно сопровождается раскачиванием, уже является патологией. Направление смещения может указывать на сторону поражения.

К тестам, позволяющим оценить координацию тонкой моторики, относят так называемые «пишущие» тесты.

На основании предположений Ф. Н. Quix (1932), считавшего, что промахивание в вертикальной плоскости обусловлено нарушением афферентации преимущественно со стороны сферического мешочка, а в горизонтальной — со стороны эллиптического, разработаны две разновидности «пишущих» тестов: проба вертикального письма (Т. Фукуда, 1959) и проба «горизонтального» письма (В. Г. Базаров, 1975).

**Проба «вертикального» письма (writing-test)** Эта проба позволяет оценить вестибулярные проекции к верхним конечностям. Особое значение имеет выявление небольших изменений (латерализация) одновременно с шаговым тестом Фукуды.

Обследуемому, сидящему за столом, предлагают последовательно написать вертикальный ряд двузначных чисел (друг по другом) сначала с открытыми глазами (контроль), а затем — с закрытыми. При этом рука обследуемого постоянно находится на весу и не касается листа бумаги. Результат оценивают по величине угла отклонения ряда чисел, написанных с закрытыми глазами от вертикали. Нормой считается отклонение, не превышающее  $10^\circ$ . Отклонения свыше  $10^\circ$  свидетельствуют об асимметрии тонуса мышц, что может быть связано с поражением вестибулярного аппарата, в частности, с нарушением функции сферического мешочка.

**Проба «горизонтального» письма.** Условия выполнения теста такие же, как и в предыдущем случае, но обследуемый пишет горизонтальный ряд двузначных чисел (с открытыми и закрытыми глазами). Результат оценивают по углу отклонения ряда цифр вверх или вниз от горизонтальной линии. У здоровых людей отклонения не превышают  $5^\circ$ . У больных с вестибулярными расстройствами эти отклонения составляют  $10\text{--}20^\circ$  и более.

По данным некоторых исследователей [7], «пишущие» тесты имеют высокую диагностическую чувствительность в случаях изменения лабиринтных тонических рефлексов, зачастую позволяя выявить дисфункцию вестибулярного аппарата на самых ранних «донистагменных» стадиях.

Положительной особенностью «пишущих» тестов является отсутствие противопоказаний к их проведению, поэтому данные исследования



могут применяться в ранний послеоперационный период (например, в первые три дня после стапедопластики) для выявления начальных форм лабиринтитов, когда использование других экспериментальных вестибулометрических тестов противопоказано.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА СТИМУЛЯЦИЕЙ АДЕКВАТНЫМИ РАЗДРАЖИТЕЛЯМИ**

В экспертной практике при скрининг-диагностике устойчивости к вестибулярным раздражителям оториноларинголог чаще всего использует вестибулярные вращательные пробы, так как вышеуказанные исследования регламентированы нормативно-правовыми документами по медицинскому освидетельствованию лиц «вестибулярных» профессий. При этом в зависимости от решаемых задач возможно проведение исследования подпороговыми (для определения порога чувствительности вестибулярного рецепторного аппарата), пороговыми, надпороговыми (провоцируют физиологические и патологические ответные реакции в достаточно выраженном виде, что особенно важно для амбулаторно-поликлинического звена при отсутствии объективных методов регистрации, а также при пониженной возбудимости вестибулярного аппарата, обусловленной патологическим процессом), а также сверхсильными и длительно действующими адекватными раздражителями (профотбор, экспериментальная медицина).

Любая вестибулярная вращательная проба по сути является функциональной нагрузочной пробой, заключающейся в регистрации адаптационных процессов при воздействии на ампулярные и преддверные рецепторы. При этом правильная интерпретация результатов возможна только при наличии у врача-эксперта, проводящего пробу, опыта экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям, а также при объективной регистрации динамики как можно большего количества физиологических параметров с учетом анатомо-функциональных связей вестибулярного аппарата.

Врачебный осмотр перед проведением вестибулярной вращательной пробы должен включать в себя:

- индивидуальный опрос о самочувствии, предшествующем отдыхе, характере сна и питания;
- выявление выраженных отклонений в эмоциональном состоянии (по внешнему виду, поведению, форме общения);
- осмотр ЛОР-органов;
- измерение температуры тела (суточные колебания температуры тела здорового человека не выходят за пределы 35,7–36,8 °С утром и 36,2–36,9 °С вечером);
- исследование пульса, которое проводится пальпаторно на лучевой артерии на протяжении не менее 30 с. При этом определяются частота,

наполнение и другие характеристики пульса. При частоте сердечных сокращений менее 50 или более 90 ударов в минуту освидетельствуемый отстраняется от проведения вестибулярной вращательной пробы;

– измерение артериального давления, осуществляемое по методу Короткова. При отсутствии заболеваний сердечно-сосудистой системы нормальным принято считать систолическое давление 100–140 мм рт. ст., диастолическое — 60–90 мм рт. ст., при этом учитываются средние нормальные границы значений артериального давления обследуемого в соответствии с предшествующим заключением экспертной медицинской комиссии. Для освидетельствуемых, имеющих установленный диагноз артериальной гипертензии или нейроциркуляторной астении, возможны колебания в пределах  $\pm 20$  мм рт. ст. от их индивидуальной нормы артериального давления.

В случае необходимости проводится более углубленный медицинский осмотр с применением различных проб, в том числе пробы для выявления позиционного алкогольного нистагма, описанной выше.

**Противопоказания к проведению вестибулярных вращательных проб:**

1. Острые заболевания и период реконвалесценции после них.
2. Повышенная температура тела, лейкоцитоз, увеличенная скорость оседания эритроцитов.
3. Наличие в биохимическом анализе крови показателей, свидетельствующих о воспалительных процессах в организме.
4. Предъявляемые обследуемым жалобы на плохое самочувствие или недостаточный сон.
5. Нарушение обследуемым режима отдыха и питания.
6. Незаконченное лечение, в том числе и профилактическое.
7. Срок менее 3 суток после отмены препаратов.
8. Выраженная эмоциональная реакция на обстановку обследования (ЧСС более 100 ударов в минуту, АД систолическое более 150 мм рт. ст.).
9. Обследование не проводится, если в день проведения вестибулярной вращательной пробы обследуемому производились другие нагрузочные пробы (велоэргометрия, степ-тест, проба с гипервентиляцией и т. д.), зондирование желудка или двенадцатиперстной кишки, массивные тепловые (в том числе прием горячей ванны, душа или сауны) или другие физиотерапевтические процедуры, пункции, в том числе взятие крови из вены, специальные эндоскопические исследования, влияющие на функциональное состояние организма, а также установлен факт употребления алкоголя.

При сниженной устойчивости к вестибулярным раздражителям в анамнезе (склонность к укачиванию, болезнь движения) вестибулярная вращательная проба должна проводиться с особой осторожностью и только по показаниям.

**Определение порога чувствительности ампулярного отдела вестибулярного аппарата к воздействию адекватных раздражителей [8].** Исследование порога чувствительности осуществляется на электровращающемся кресле или специальном вращающемся кресле (конструкции В. С. Олисова или др.), которое дает возможность плавно и бесшумно производить достаточно медленное вращение, например, со скоростью  $0,5^\circ/\text{с}$  и с отсчетом угловой скорости по циферблату или заданием параметров вращения с помощью специальной программы. Испытуемый с закрытыми глазами при пороговой скорости ощущает вращение в определенную сторону. Если равномерное вращение продолжается, то испытуемый перестает ощущать вращение. При остановке возникает чувство противовращения. Критерием достоверности ощущений испытуемого является правильное определение направления кажущегося противовращения.

**Проба Барани** — наименее сложный метод исследования вестибулярного анализатора. Испытуемый садится в кресло и на него надевают очки Френзеля (или Бартельса). Производят пять плавных оборотов кресла за период 20 с, при этом испытуемый сидит с закрытыми глазами. После резкой остановки испытуемый открывает глаза, и исследователь отмечает длительность поствращательного нистагма. После пятиминутного перерыва процедуру повторяют в противоположном направлении. При вращении по часовой стрелке нистагм левосторонний, при вращении против часовой стрелки нистагм правосторонний. Если длительность поствращательного нистагма в одном направлении более чем в два раза превышает длительность в противоположном направлении, то имеется преобладание по направлению, и испытуемый должен быть подвергнут более чувствительным и специфическим методам исследования.

**Опыт с двойным вращением В. И. Воячека (ОР<sub>2</sub>).** Испытуемый садится на вращающееся кресло, закрывает глаза, нагибает голову и туловище приблизительно на  $90^\circ$ . В таком положении его в течение 10 с вращают со скоростью один оборот за 2 с, т. е. делают пять оборотов; затем останавливают кресло и, не меняя положения, выжидают 5 с, после чего предлагают ему открыть глаза и выпрямиться (сесть прямо), затем опыт повторяется в противоположную сторону.

**Десятикратный опыт ОР (ОР<sub>10</sub>).** Обследуемого подвергают вращению в кресле как при обычном опыте ОР, но повторяют тот же опыт десять раз с промежутками в 2 мин, вращая по очереди вправо и влево.

Для выявления вестибулярной устойчивости основными являются методы, основанные на кумулятивном воздействии адекватных для вестибулярного аппарата раздражителей (прямолинейных и угловых ускорений).

Показания для применения кумулятивного метода вестибулометрии:

- необходимость выявления предрасположенности к укачиванию;
- наличие в анамнезе освидетельствуемого сведений об укачивании при управлении техникой;

– необходимость уточнения данных неврологического обследования, например, у лиц с астеническими состояниями, невротическими реакциями, перенесших черепно-мозговую травму и др.;

– использование вестибулярной стимуляции как функциональной нагрузочной пробы у обследуемых с различными изменениями на ЭКГ и нейроциркуляторной астенией, так как вестибулярная стимуляция провоцирует такие изменения показателей сердечно-сосудистой системы (в частности, вариабельности сердечного ритма как одного из важных критериев адаптации), какие не возникают при других нагрузочных функциональных и фармакологических тестах.

**Опыт на двухосных качелях (К. Л. Хилов).** Особенностью данного исследования является длительность и интенсивность раздражения вестибулярного аппарата, что необходимо учитывать при определении показаний к его проведению. Похожему воздействию подвергаются летчики во время «штопора» самолета.

Для качательного теста применяются четырехштанговые качели Хилова с длиной штанг 3,5–4 м, частотой качания 14–16 в мин. Для вращательных тестов обязательным является установление угловой скорости 180°/с (1 поворот за 2 с). Выносливость определяется отрезком времени, в течение которого проба переносится испытуемым хорошо (без выраженных вегетативных реакций).

**Проба с непрерывным кумулятивным воздействием ускорений Кориолиса (НКУК по С. С. Маркарян).** Обследуемый, сидя в кресле Барани или в электровращающемся кресле, принимает такое положение туловища и головы, чтобы ось вращения проходила вдоль туловища. Глаза закрыты. На фоне постоянного равномерного вращения кресла (180°/с) обследуемый в конце 5-го оборота начинает выполнять наклоны головы вправо и влево на угол не менее 30° в каждую сторону от вертикали. Каждое движение головой выполняется плавно за 2 с без остановок в крайних и средних положениях. Скорость наклона контролируется с помощью метронома или другого приспособления. Контролем также служит время произношения цифр 21 и 22. Вегетативные симптомы регистрируются с учетом времени их появления. Одновременно ведется наблюдение за появлением признаков вестибуло-вегетативных расстройств.

Проба НКУК дает высокую степень прогностичности скрытой вестибуло-вегетативной неустойчивости.

**Проба на кумуляцию с прерывистым воздействием ускорений Кориолиса (ПКУК по И. И. Брянову).** Обследуемый на вращающемся кресле принимает такое же положение, как при опыте ОР, т. е. туловище наклонено на 90° по отношению к оси вращения, глаза закрыты. На фоне постоянного равномерного вращения кресла со скоростью 180°/с (один оборот за 2 с) обследуемый в конце 5-го поворота начинает выпрямлять и наклонять туловище по команде врача. Каждое выпрямление до вертикали и наклоны произ-

водятся в течение 3 с. Чтобы скорость наклона и выпрямления регулировалась самим обследуемым, ему предлагают вслух произносить двузначные цифры, например, 21, 22, 23. Выпрямление и наклон выполняются по команде врача каждые 5 с. Во время паузы обследуемый вращается не двигаясь.

Испытание продолжается 1 мин, затем кресло останавливается. Перерыв длится 1 мин. В это время врач отмечает выраженность вегетативных реакций, проводит опрос о субъективных ощущениях.

В течение минутного испытания по указанной выше схеме обследуемый в общей сложности должен выполнить девять движений — пять выпрямлений и четыре наклона.

Отсчет времени каждой минутной пробы начинается с момента подачи команды на выпрямление.

Предварительное вращение (пять оборотов) необходимо для создания фона непрерывного вращения и в основное время испытания не входит.

Испытания на переносимость ускорений Кориолиса проводят в первой половине дня не ранее чем через 2 ч после приема пищи и только один раз в день.

При появлении выраженных вегетативных расстройств в процессе проведения пробы или спустя несколько минут по ее окончании исследование необходимо провести через 1–2 дня. Возникновение повторных расстройств является показанием для направления этих лиц на углубленное обследование с целью выяснения причин повышенной вестибулярной чувствительности.

**Проба с маятникообразным вращением** проводится на специальном электровращающемся кресле, позволяющем создавать реверсивное вращение вправо и влево вокруг вертикальной оси, обеспечивая незатухающее синусоидальное изменение угловой скорости движения кресла. Задаются два режима маятникообразной стимуляции с перерывом между ними в 1 мин:

– 1-й режим — полупериод вращения (время поворота кресла в одну сторону) равен 5 с, угол поворота кресла —  $90^\circ$ , максимальная угловая скорость —  $30^\circ/\text{с}$ ;

– 2-й режим — полупериод вращения такой же, угол поворота кресла —  $180^\circ$ , максимальная угловая скорость —  $180^\circ/\text{с}$ .

При каждом режиме нистагм регистрируют в течение 3–5 периодов маятникового вращения вначале в обычных условиях, а затем при выполнении обследуемым арифметического счета.

**Вращательная проба по трапецевидной программе** проводится на электровращающемся кресле. Обследуемый располагается в кресле (аналогично как и при пробе с маятникообразным вращением) сидя вертикально с наклоненной вперед на  $30^\circ$  головой и закрытыми глазами под светонепроницаемыми очками. Набор скорости вращения и торможение кресла осуществляются по трапецевидной программе с ускорением  $40^\circ/\text{с}$  (за 4,5 с) до достижения постоянной угловой скорости  $180^\circ/\text{с}$ ; равномер-

ное вращение с этой скоростью производится до исчезновения вращательного нистагма, после чего осуществляют торможение кресла также за 4,5 с и регистрируют поствращательный нистагм и длительность иллюзии противовращения (по словесному отчету обследуемого). Вначале проводят вращение вправо, а через 1–2 минуты — влево.

При обеих вышеуказанных пробах посредством электронистамографии на нистамографе или электроэнцефалографе регистрируется горизонтальный нистагм. При пробе с маятникообразным вращением нистагм оценивают по количеству нистагменных ударов и суммарной средней амплитуде за один полупериод вращения (рассчитывается среднее арифметическое по результатам трех полупериодов). При вращательной пробе проводится оценка нистагма по таким показателям, как длительность реакции, общее количество нистагменных ударов и средние величины частоты, амплитуды и скорости медленной фазы, которые определяют для вращательного и поствращательного нистагма за первые 10 с нистагменной реакции.

Затем проводится оценка степени асимметрии нистагма. Коэффициент асимметрии, выраженный в процентах, рассчитывается для каждого показателя нистагма в отдельности по отношению разности между нистагменными реакциями при вращениях вправо и влево к их сумме:

$$K_a = \frac{(1+3) - (2+4)}{1+2+3+4}$$

Наиболее информативными показателями нистагма являются:

- при пробе с маятникообразным вращением — амплитуда нистагменных ударов (при 1-м режиме вращения), частота нистагма (при 2-м режиме вращения);
- при вращательной пробе по трапециевидной программе — амплитуда и скорость медленной фазы нистагменных ударов, степень асимметрии иллюзии противовращения.

Пробы с маятникообразным вращением и по трапециевидной программе, как правило, проводятся одномоментно с перерывом до 5–10 мин [12].

На основании детального анализа литературы и собственных наблюдений мы сформулировали следующие требования к проведению вестибулярной вращательной пробы в целях определения устойчивости к укачиванию:

- установление угловой скорости кресла 180°/с (или один полный оборот кресла за 2 с) — для унификации и получения сопоставимых результатов;
- остановка кресла (стоп-стимул) должна осуществляться пределах 1 с (раздражение полукружного канала, противоположного вращению, за счет создания ампулопетального инерционного движения эндолимфы);

- обязательное вращение в обе стороны (основание — III закон Эвальда);
- последовательная стимуляция трех полукружных каналов с каждой стороны (основание — I закон Эвальда);
- объективизация основных критериев адаптации организма к вестибулярной нагрузке (ЧСС, АД, ЭКГ, электронистагмография и др.);
- оценка выраженности защитных движений в вертикальном положении.

Накопленный опыт проведения вестибулярных вращательных проб пилотам, парашютистам, водителям, при профотборе для работы на высоте и др. позволил нам разработать **модифицированную пробу кумуляции ускорений Кориолиса**. Решением 28 и 29 Координационно-консультативного авиамедицинского совета Межгосударственного авиационного комитета вышеупомянутая проба рекомендована к применению в целях врачебно-лётной экспертизы лётного состава авиации стран Содружества Независимых Государств.

Исследование проводят два врача-эксперта (как правило, невролог и оториноларинголог) для регистрации большего количества возникающих адаптационных реакций. Обследуемый, сидя в электровращающемся кресле (кресле Барани), принимает такое положение туловища и головы, чтобы ось вращения проходила вдоль туловища, при этом глаза его закрыты. Перед началом исследования врач-эксперт инструктирует освидетельствуемого о порядке выполняемых им действий, предупреждает о возможности возникновения выраженных вегетативных реакций (головокружение, сердцебиение, тошнота, позывы на рвоту и т. д.) и необходимости немедленного оповещения врача об этих ощущениях. Далее врач-эксперт предлагает испытуемому потренировать наклоны головы с целью коррекции их частоты и угла наклона.

После 10 с постоянного равномерного вращения кресла с угловой скоростью  $180^\circ/\text{с}$  (раздражение латерального полукружного канала и создание фона непрерывного вращения) обследуемый начинает выполнять маятникообразные равномерные наклоны головы вправо и влево на угол не менее  $30^\circ$  в каждую сторону от вертикали (направленная стимуляция рецепторов сферического мешочка). Каждое движение головой выполняется плавно, за 2 с, без остановок в крайних и среднем положениях в течение 30 с.

Далее, на фоне продолжающегося вращения кресла, обследуемый прекращает маятникообразные движения и фиксирует голову в вертикальном положении. Через 10 с по команде врача обследуемый выполняет кивательные движения головы вперед-назад под углом  $30^\circ$  (направленная стимуляция рецепторов эллиптического мешочка) в течение 30 с. Скорость наклонов головы контролируется с помощью метронома или друго-

го приспособления. Контролем также служит время произношения цифр 21 и 22. Общая длительность одного цикла составляет 1 мин 20 с, затем производится остановка кресла (стоп-стимул) и регистрация вестибуло-сенсорных, глазодвигательных, вегетативных и соматических эффектов вестибулярной стимуляции (длительность вестибулярной иллюзии противовращения, нистагменной реакции, исследование устойчивости и отклонения туловища от вертикального положения в позе Ромберга, измерение артериального давления, частоты сердечных сокращений) для объективизации выраженности вегетативных проявлений. Затем производится повторение цикла в противоположную сторону. Интервал между циклами исследования составляет 1 мин.

По показаниям (см. предлагаемую выше схему обследования) проводится непрерывная регистрация основных параметров, характеризующих адаптацию сердечно-сосудистой системы (ситуационное непрерывное мониторирование ЭКГ, АД), электронистагмография и другие обследования.

#### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ ВРАЩАТЕЛЬНОЙ ПРОБЫ**

При **оценке вестибуло-окуломоторных реакций** учитывают асимметрию нистагма (разность между длительностью нистагма при вращении вправо и влево). Выявление асимметрии нистагма более 7 с служит показанием для обязательного проведения электронистагмографии.

**Оценка вестибуло-соматических реакций.** При проведении вестибулярной вращательной пробы (особенно ПКУК, ОР<sub>2</sub>, ОР<sub>10</sub>) у испытуемого в момент выпрямления в кресле могут возникнуть защитные рефлексы, выражающиеся в наклоне тела и головы в сторону вращения. Так, например, после левовращения наблюдается поворот туловища и отклонение вытянутых рук влево, причем левая рука отклоняется больше и несколько опускается (симптом Фишера — «поза метателя диска») [8; 31].

**Вестибуло-соматические реакции** оцениваются по отклонению туловища освидетельствуемого от вертикали (защитным движениям) в позе Ромберга. Слабая степень реакции соответствует наклону туловища в сторону вращения до 5°, легко подавляемому по желанию испытуемого (защитное движение 1-й степени); средняя степень — наклону туловища в сторону вращения на 5–30°, который уже не может быть устранен по желанию (защитное движение 2-й степени); сильная степень отклонения — резкому отклонению туловища от вертикального положения, граничащему с потерей устойчивости тела (защитное движение 3-й степени).

При появлении у освидетельствуемого защитных движений 3-й степени целесообразно повторное исследование устойчивости к вестибулярным раздражителям. Повторно возникающие защитные движения, даже 3-й



степени, при отсутствии вегетативных реакций не являются показанием для отрицательной экспертной оценки, однако требуют проведения комплекса мероприятий по повышению устойчивости к вестибулярным раздражителям.

**При оценке субъективных ощущений обследуемого** наиболее значимыми являются появление иллюзии качки, ощущения тепла, жара, зябкости в теле, мышечной слабости и др.

**Оценка вегетативных реакций, возникающих при стимуляции вестибулярных рецепторов.** В многочисленных экспериментальных исследованиях и клинических наблюдениях было установлено, что развитие вестибуло-вегетативных реакций зависит не столько от интенсивности и длительности раздражения вестибулярного рецептора, а преимущественно определяется физиологическими и психофизиологическими особенностями организма. Если при этом принимать во внимание утверждения ряда ученых и клиницистов, что у больных с вегетозами определенный («медленный») тип ацетилирования свидетельствует в пользу генетической детерминированности вегетативных дисфункций, то следует признать, что развитие вестибуло-вегетативных реакций также в большей степени зависит от генетически детерминированных особенностей организма.

В настоящее время вегетативные реакции оцениваются по К. Л. Хиллову и Г. Г. Куликовскому с учетом степени выраженности побледнения лица, саливации, потоотделения, головокружения, тошноты, рвоты, изменения диаметра зрачков с регистрацией динамики частоты сердечных сокращений, артериального давления.

При этом выделяют IV степени вестибуло-вегетативных реакций:

– 0 степень — отсутствие вегетативных реакций на стимуляцию вестибулярных рецепторов;

– I степень (слабо выраженные вестибуло-вегетативные расстройства) — побледнение или покраснение лица, похолодание кистей рук, чувство жара, легкое поташнивание, неприятные ощущения неопределенного характера при сохранении вполне удовлетворительного самочувствия;

– II степень (умеренно выраженные вестибуло-вегетативные расстройства) — появление нерезкой бледности, небольшого потоотделения, тошноты, умеренной саливации, ощущение жара в теле, слабости, незначительные колебания частоты сердечных сокращений и артериального давления;

– III степень (резко выраженные вегетативные расстройства) — появление выраженной бледности, обильного потоотделения, гиперсаливации, головокружения, головной боли, полуобморочного состояния, тошноты, рвоты, тремора кистей рук, общей депрессии, значительных колебаний артериального давления и (или) частоты сердечных сокращений по сравнению с исходными показателями.

Вестибуло-вегетативные рефлексy удобно обозначать описанием симптомов, наблюдаемых при раздражении вестибулярного аппарата.

Также нами разработана и с успехом применяется в практике врачебно-лётной экспертизы экспертная тактика при выявлении сниженной переносимости вестибулярной вращательной пробы (рис. 3).

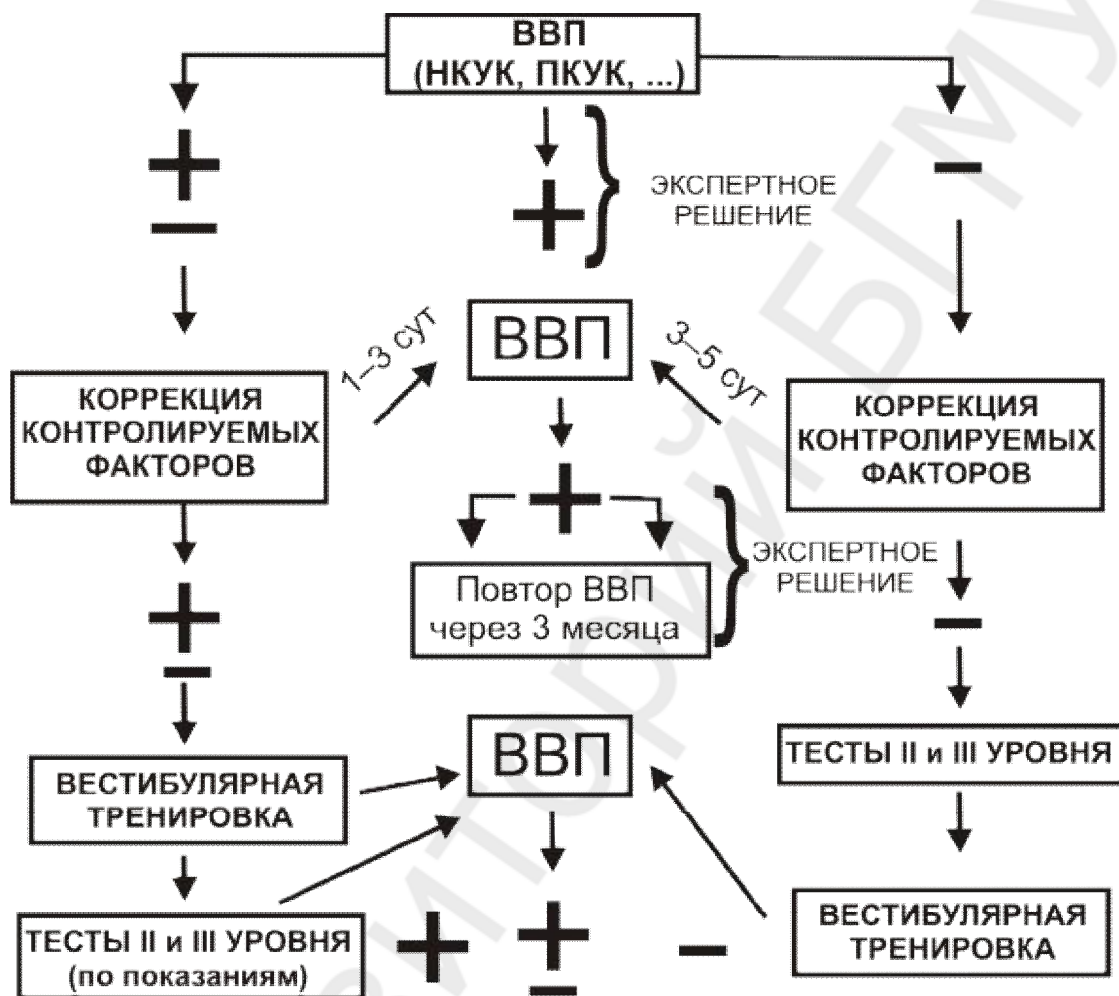


Рис. 3. Экспертная тактика при выявлении сниженной переносимости кумуляции ускорений Кориолиса:

ВВП — вестибулярная вращательная проба; «+» — переносимость пробы оценена как хорошая; «±» — переносимость пробы расценена как удовлетворительная; «-» — переносимость пробы расценена как неудовлетворительная

Разработанная схема базируется на принципе индивидуальной оценки профпригодности высококлассных специалистов при условии направленности на продолжение трудовой деятельности, положительных отзывах с работы об уровне квалификации и сохранности адаптационных резервов, позволяющих выполнять функциональные обязанности при максимальной нагрузке на вестибулярный аппарат применительно к конкретной профессии.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА СТИМУЛЯЦИЕЙ НЕАДЕКВАТНЫМИ РАЗДРАЖИТЕЛЯМИ

**Прессорная (фистульная) проба** направлена на выявление фистулы полукружного канала и обязательна при исследовании больных хроническим гнойным средним отитом. Эта проба выполняется путем повышения давления воздуха в наружном слуховом проходе нажатием пальца на козелок либо с помощью баллона Политцера.

Повышенное давление через перфорацию барабанной перепонки передается на медиальную стенку барабанной полости и при наличии фистулы на полукружном канале может вызвать перемещение эндолимфы (как в опытах Эвальда). При повышении давления в наружном слуховом проходе возникает ампулопетальное направление движения эндолимфы, а возникший при этом нистагм будет в сторону интактного уха. При декомпрессии эндолимфа смещается в сторону гладкого конца полукружного канала. Нистагм в этом случае направлен в противоположную сторону. Пробу необходимо проводить осторожно, чтобы не вызвать генерализации воспаления в лабиринте.

М. Ф. Цытович описал «полный фистульный симптом» [8]. Для его провокации необходимо длительно поддерживать повышенное давление в слуховом проходе. Сущность симптома заключается в перемене направления нистагма в противоположную сторону через определенное время. В редких случаях может иметь место так называемый ложный фистульный симптом, когда прессорный нистагм вызывается у лиц, не страдающих хроническим гнойным отитом. Также в редких случаях возникновение нистагма возможно при перепадах барометрического давления.

**Калорическая проба** основана на физическом явлении — конвекции, суть которой заключается в способности молекул жидкости и газов перемещаться вверх и вниз при их согревании и охлаждении. За счет температурной стимуляции боковых полукружных каналов достигается движение молекул эндолимфы, вызывающее смещение *cupula gelatinosa* и появление вестибулярной реакции, которая оценивается по горизонтальному нистагму, выраженности соматических и вегетативных реакций.

Несмотря на то, что при проведении калорических тестов используется неадекватный для вестибулярного анализатора раздражитель — температура, неоспоримым их достоинством является возможность изолированного исследования каждого лабиринта, а также отсутствие противопоказаний по общему состоянию обследуемого.

Проведению калоризации жидкостью обязательно предшествует отоскопия, так как исследование возможно только при неизменной барабанной перепонке. Абсолютным противопоказанием к проведению пробы является перфорация барабанной перепонки.

Калорическая проба была предложена Р. Барани в 1906 г. и в дальнейшем имела множество модификаций.

В настоящее время разработано и с успехом применяется в диагностических и экспертных целях множество различных модификаций калорической стимуляции вестибулярного аппарата, которые различаются по нижеперечисленным условиям:

1. Положение обследуемого (лежа, сидя).
2. Наличие или отсутствие необходимости изменения положения обследуемого во время проведения теста.
3. Температура используемой для калорической стимуляции жидкости.
4. Объем используемой жидкости.
5. Длительность проведения калорической пробы.
6. Количество проводимых калорических тестов с каждой стороны и длительность интервалов между ними.

Как правило, обследуемый находится в положении лежа с приподнятой на  $30^\circ$  головой или сидя, при этом его голова отклонена назад на  $60^\circ$ , чем достигается совпадение плоскости боковых полукружных каналов с вертикальной плоскостью. Различают калорическую стимуляцию «теплой» и «холодной» (относительно температуры тела) жидкостью. Для задания определенной температуры вливаемой жидкости необходимо использовать отокалориметры.

**Монотермальный холодовой тест.** Методику Н. С. Благовещенской широко и успешно используют в клинической практике. Суть ее заключается в следующем: 100 мл воды температурой  $25^\circ\text{C}$  при помощи шприца Жане в течение 10 с вливают в наружный слуховой проход по задневерхней стенке. Скрытый период калорического нистагма составляет 25–30 с, продолжительность 50–70 с; нистагм мелкоразмашистый, клонический, I степени. При отсутствии реакции повторяют пробу, понизив температуру жидкости до  $19^\circ\text{C}$ . В случаях выраженной асимметрии проводят калоризацию водой температурой  $49^\circ\text{C}$ . При калоризации «холодной» водой нистагм направлен в сторону, противоположную той, на которой располагается исследуемое ухо, при раздражении «теплой» водой — в ту же сторону. Руки испытуемого отклоняются в сторону медленного компонента калорического нистагма.

Укорочение латентного периода до 15–20 с и удлинение продолжительности более 80 с следует расценивать как гиперрефлексию или повышение вестибулярной возбудимости. Возможно увеличение амплитуды до средне- и крупноразмашистого нистагма, возрастание степени до II–III.

При гипорефлексии (снижении вестибулярной возбудимости) латентный период нистагма удлиняется до 40–50 с, продолжительность составляет менее 40 с, вплоть до полного отсутствия. При анализе калорического нистагма следует принимать во внимание существенную варибель-

ность его параметров у здоровых лиц. Поэтому наибольшее значение в клинике следует придавать выявлению асимметрии калорического нистагма. Так, по данным Ю. Фижа (U. Fisch, 1978), вестибулярная гипорефлексия диагностируется, если разница длительности калорического нистагма превышает 12 %.

Важное значение имеет клиническая трактовка вариантов калорического вестибулярного ответа. При периферических вестибулярных расстройствах гиперрефлексия калорического нистагма сопровождается головокружением, выраженными вегетативными проявлениями (тошнотой, гипергидрозом, сердцебиением, неприятными ощущениями неопределенного характера — «дурнотой»). Тоничность, дизритмичность нистагма встречается при ретролабиринтных расстройствах. Н. С. Благовещенская (1990) выделяет следующие основные виды диссоциаций в соотношении слагаемых вестибулярного ответа на калоризацию: заднечерепная диссоциация (характеризуется резкой нистагменной гиперрефлексией при отсутствующих или слабовыраженных вегетосенсорных реакциях) и супратенториальная диссоциация (гипорефлексия или отсутствие калорического нистагма сочетаются с бурными вегетосенсорными и двигательными нарушениями).

**Проба Воячека.** Выполняют ее следующим образом: обследуемый лежит с вытянутыми вперед руками, шприцем Жане ему вливают в ухо 100 мл воды комнатной температуры в течение 10 с. Регистрируют калорический нистагм и реактивное отклонение рук.

**Битермальный билатеральный тест.** Методика предложена Бруннером и Пиврикасом и заключается в холодной стимуляции одного уха и тепловой — другого, что усиливает все основные параметры экспериментального нистагма и важно для диагностики супратенториальных асимметрий.

**Конфликтный тест.** Методика предложена И. А. Склютом, В. И. Пиврикасом и С. Г. Цемаховым. Проводят стимуляцию исследуемого лабиринта водой объемом 400 мл и температурой 30 °С в течение 40 с. На высоте кульминации наблюдается «дополнительное» раздражение второго лабиринта до полного исчезновения вызванного калорического нистагма. Аналогичное исследование выполняют с противоположной стороны и сравнивают продолжительность «дополнительного» раздражения с обеих сторон. Тест диагностически значим при центральных вестибулярных расстройствах.

**Синусоидальный тест.** Калорическую пробу проводят, когда обследуемый находится в положении лежа на спине. После исчезновения вызванного нистагма испытуемый переворачивается на живот. Регистрируемый в этом положении нистагм имеет противоположное направление. Проба повышает частоту выявления суб- и супратенториальных асимметрий.

**Электроокулография (ЭОГ).** Метод позволяет провести детальный анализ отдельных фаз калорического нистагма: «раскачивания» глазных яблок, кульминации и реакции затухания. Стандартный калорический тест является этапом ЭОГ. При этом проводят «фоновую» компьютерную запись, во время калоризации записывают максимальную реакцию ЭОГ, а также ЭОГ при фиксированном взоре непосредственно после максимальной реакции. Ряд бинауральных калорических тестов включает последовательное промывание правого и левого ушей теплой (44 °С) и холодной (30 °С) водой с пятиминутными перерывами (оба уха вначале теплой водой, затем — холодной).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы еще раз отметить, что на современном этапе развития вестибулологии не вызывает сомнения преимущество использования объективных вестибулометрических методик в диагностике вестибулярной дисфункции, особенно на начальных этапах ее развития, когда основное заболевание протекает латентно и не имеет клинической манифестации. С перспективным оснащением оториноларингологических кабинетов современным оборудованием подавляющее большинство описанных выше субъективных методик по-видимому станут историей. Однако при отсутствии возможности использования объективных методов исследования функции вестибулярного аппарата любой врач-эксперт (оториноларинголог, невролог, отоневролог и др.) обязан в максимальном объеме использовать все доступные тесты для постановки предварительного диагноза и определения дальнейшей диагностической или экспертной тактики.

Безусловно, по объективным причинам в настоящем издании приведен далеко не полный перечень рутинных амбулаторных методов исследования вестибулярного аппарата.

Предлагаемая схема вестибулометрического обследования в целях экспертизы с некоторыми оговорками позволяет оценить все типы вестибулярных реакций (спонтанных и индуцированных стимуляцией вестибулярного аппарата с помощью адекватных и, по показаниям, неадекватных раздражителей), разграничить снижение устойчивости к вестибулярным раздражителям вследствие временных (корректируемых) и некорректируемых факторов (вестибулопатии).

Развитие учения о функции вестибулярного аппарата на современном этапе происходит с учетом не только анатомо-функциональных вестибулярных взаимосвязей, но и современных тенденций его оценки с позиций системности регуляции гравитационно-инерционного гомеостаза с обязательной количественной интерпретацией адаптационных возможно-

стей организма в ответ на предъявляемую адекватную и неадекватную вестибулярную информацию, что обязательно необходимо учитывать при проведении вестибулометрии.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Изучите статью 40 Расписания болезней прил. 1 постановления Министерства обороны Республики Беларусь от 19 января 2009 г. «Об утверждении Инструкции о порядке медицинского освидетельствования лиц летного состава авиации Вооруженных Сил Республики Беларусь».

2. Изучите пункт 62 Требований к состоянию здоровья специалистов (рабочих) для определения годности к летной работе, управлению воздушным движением, работе бортпроводником, бортоператором и обучению в учреждениях образования гражданской авиации прил. 4 к постановлению государственного комитета по авиации Республики Беларусь от 29 марта 2005 г. № 5 «Об утверждении Авиационных правил медицинского освидетельствования авиационного персонала гражданской авиации Республики Беларусь».

3. Повторите противопоказания к проведению вестибулярных вращательных проб.

4. Повторите основные методики и экспертные подходы при оценке устойчивости к надпороговым адекватным вестибулярным раздражителям.

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

**Задача 1.** При медицинском освидетельствовании на предмет годности к летному обучению у абитуриента на 2-й минуте вестибулярной вращательной пробы по методике НКУК-3' возникла выраженная слабость, гипергидроз, рвота.

Определите дальнейшую экспертную тактику, сформулируйте предварительный экспертный прогноз.

**Задача 2.** При плановом медицинском освидетельствовании на предмет годности к летной работе врачом-неврологом у свидетельствуемого А. 27 лет выявлен спонтанный нистагм при наклоне головы вправо.

Определите дальнейшую экспертную тактику.

**Задача 3.** Во время выполнения полетного задания на вираже летчик К. 36 лет предъявил жалобы на выраженное ухудшение самочувствия: слабость, ощущения жара, потливость, головокружение.

1. Определите порядок действий врача авиабазы.

2. Сформулируйте экспертную тактику в отношении вышеуказанного летчика.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. *Методики исследований в целях врачебно-лётной экспертизы (пособие для членов врачебно-лётных комиссий)* / под общ. ред. Е. С. Бережнева. М. : Воениздат, 1995. 455 с.

2. *Методы медицинского освидетельствования авиационного персонала гражданской авиации (метод. пособие для врачебно-лётных экспертных комиссий)* / под общ. ред. В. В. Книги. М. : Воздушный транспорт, 2004. С. 274–279.

### *Дополнительная*

3. *Авиационная и космическая медицина : учебник* / под ред. Г. И. Гурвича. Л. : ВМедА, 1971. 430 с.

4. *Авиационная медицина (Руководство)* / под ред. Н. М. Рудного, И. В. Васильева, С. А. Гозулова. М. : Медицина, 1986. 580 с.

5. *Авиационная медицина : учебник* / под ред. Н. М. Рудного, В. И. Копаева. Л. : 1984. 383 с.

6. *Асимметрия и компенсация вестибулярной функции при поражении ушного лабиринта* / В. Р. Гофман [и др.]. СПб. : Оргтехиздат, 1994. 115 с.

7. *Базаров, В. Г. Клиническая вестибулометрия* / В. Г. Базаров. Киев : Здоровье, 1988. 188 с.

8. *Болезни уха, горла и носа : краткое руководство для врачей* / под ред. В. Ф. Ундрица. Л. : МЕДГИЗ. 1960. С. 66–80.

9. *Бродал, А. Вестибулярные ядра. Связи, анатомия, функциональные корреляции (перевод с англ.)* / А. Бродал, Ф. Вальберг, О. Помпеано. М. : Наука, 1966.

10. *Вавилова, А. А. Об амбулаторной диагностике вестибулярных нарушений* / А. А. Вавилова // Российская оториноларингология. 2006. № 5. С. 70–74.

11. *Воячек, В. И. Современное состояние вопроса о физиологии и клинике вестибулярного аппарата* / В. И. Воячек // Журн. ушн., нос. и горл. бол. 1923. № 3–4. С. 36–42.

12. *Врачебно-лётная экспертиза : дополнение к методикам исследований в целях врачебно-лётной экспертизы для специалистов ВЛЭ ОВГ, авиационных госпиталей и авиационных врачей* / под ред. И. А. Сидельникова. М. : Военное издательство. 1985. 18 с.

13. *Гладков, А. А. Болезни уха, горла и носа* / А. А. Гладков. М. : Медицина, 1973. С. 98–107.

14. *Гоулденберг, Р. А. Головокружение // Трудный диагноз* / под ред. Р. Б. Тейлора. М. : Медицина, 1992. С. 432–451.

15. *Зайцева, О. В. Головокружение как медико-социальная проблема [Электронный ресурс]* / О. В. Зайцева, С. В. Морозова, Н. А. Налетова. Русский медицинский журнал. 2002. Т. 10, № 16. Режим доступа : [http://www.rmj.ru/articles\\_1060.htm](http://www.rmj.ru/articles_1060.htm). Дата доступа : 16.08.2009.

16. *Информационный подход как фактор управления периодическими волновыми процессами организма человека* / А. П. Исаев [и др.]. // Валеология. 2000. № 4. С. 18–25.



17. *История* отечественной космической медицины (по материалам военно-медицинских учреждений) / под ред. И. Б. Ушакова, В. С. Бедненко, Э. В. Лапаева. М. — Воронеж : Воронежский государственный университет. 2001. 320 с.
18. *Комендантов, Г. Л.* Болезнь движения / Г. Л. Комендантов, Н. А. Разсолов // Экологическая физиология человека. М. : Наука, 1979. С. 194–239.
19. *Кулик, Л. И.* Вестибулометрические пробы в практике работы Врачебно-экспертной комиссии / Л. И. Кулик // Практика і досвід. 2004. № 3. С. 27–29.
20. *Лапаев, Э. В.* Биофизический анализ действия ускорений Кориолиса на вестибулярный анализатор / Э. В. Лапаев, Н. В. Платонов // Изв. АН СССР. Сер. биол. наук. 1976. № 3. С. 449.
21. *Лапаев, Э. В.* О влиянии зрения на переносимость человеком непрерывных ускорений Кориолиса / Э. В. Лапаев, О. А. Воробьев // Изв. АН СССР. Сер. биол. наук. 1983. № 2. С. 276–281.
22. *Лапаев, Э. В.* Функциональное состояние вестибулярного анализатора при измененной реактивности организма : дис. ... д-ра. мед. наук / Э. В. Лапаев. М., 1974. 236 с.
23. *Лихачев, С. А.* Головокружение у неврологических больных : современные аспекты диагностики, лечения и вестибулярной тренировки / С. А. Лихачёв, В. В. Войтов, И. Л. Лицкевич // Медицинские новости. 2006. № 1. С. 38–47.
24. *Лучихин, Л. А.* Вестибулярная проблема — аналитический обзор публикаций за 70 лет [Электронный ресурс] / Л. А. Лучихин // Вестник оториноларингологии. 2006. № 5. Режим доступа : <http://www.mediasphera.ru/journals/oto/282/4267/> Дата доступа : 8.09.2009.
25. *Лучихин, Л. А.* Функциональная компьютерная стабилметрия в диагностике и лечении больных с вестибулярными расстройствами [Электронный ресурс] / Л. А. Лучихин, Н. А. Кононова // Доктор. ру. 2006. № 2. Режим доступа : <http://www.medafarm.ru/php/content.php?id=12298>. Дата доступа : 15.01.2010.
26. *Магнус, Р. Ю.* Установка тела : экспериментально-физиологическое исследование / Р. Ю. Магнус ; пер. с нем. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1962. 624 с.
27. *Маркарян, С. С.* Комплексный метод исследования вестибулярной чувствительности / С. С. Макарян // Воен.-мед. журн. 1963. № 3. С. 63–64.
28. *Миронов, В. Г.* Вклад кафедры отоларингологии военно-медицинской академии в изучение статокINETической системы организма / В. Г. Миронов // Очерки по истории авиакосмической биологии и медицины / под ред. О. Г. Газенко. М. : Слово, 2000. С. 136–140.
29. *Овчинников, Ю. М.* Введение в отоневрологию : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / Ю. М. Овчинников, С. В. Морозова. М. : Академия. 2006. С. 67–81.
30. *Петрова, Л. Г.* Современные подходы к диагностике и лечению параганглиом уха и основания черепа : монография / Л. Г. Петрова. Минск : БГМУ, 2004. С. 40–41.
31. *Сергеев, М. М.* Руководство по поликлинической оториноларингологии / М. М. Сергеев, А. А. Ланцов, В. Ф. Воронкин. СПб, 1999. С. 114–137.

32. *Скворцов, Д. В.* Клинический анализ движений. Стабилометрия / Д. В. Скворцов. М. : НМФ «МБН», 2000. 188 с.

33. *Стринкевич, Э. А.* Диагностическая значимость отоакустической эмиссии при кохлеовестибулярных нарушениях : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Э. А. Стринкевич. Минск : 2010. 20 с.

34. *Усачев, В. И.* Методология оценки функции равновесия тела с помощью метода компьютерной стабิโลграфии / В. И. Усачев, В. А. Дубовик // Тез. докл. VIII съезда отоларингологов Украины. Киев, 1995. С. 196–197.

35. *Янов, Ю. К.* Вестибулярная функция и физиологические механизмы вестибулярных реакций / Ю. К. Янов, К. В. Герасимов. СПб. : ВМА, 1997. 106 с.

36. *Янов, Ю. К.* Патогенетические механизмы сенсорных и вегетативных реакций при раздражении вестибулярного рецептора (систем. анализ эксперим., клин. и теоретич. исслед.) : автореф. дис. ... д-ра мед наук / Ю. К. Янов. СПб. : ВМА, 1997. 37 с.

37. *Perez, N.* Dizziness : relating the severity of vertigo to the degree of handicap by measuring vestibular impairment / N. Perez, E. Martin, R. Garcia-Tapia // Otolaryngol. Head.Neck.Surg. 2003. Vol. 128, № 3. P. 372–381.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы .....	3
Введение .....	4
Эволюция знаний о физиологии и методах исследования вестибулярного аппарата.....	6
Основные этапы эволюции и онтогенеза вестибулярного аппарата.....	12
Анатомия периферического вестибулярного рецепторного аппарата.....	14
Физическая и физиологическая характеристика адекватных раздражителей вестибулярного аппарата.....	19
Классификация вестибулярной дисфункции .....	24
Схема обследования вестибулярного аппарата.....	27
Исследование спонтанного нистагма .....	31
Исследование статического и динамического равновесия.....	35
Исследование вестибулярного аппарата стимуляцией адекватными раздражителями .....	41
Исследование вестибулярного аппарата стимуляцией неадекватными раздражителями .....	51
Заключение.....	54
Задания для самостоятельной работы .....	55
Ситуационные задачи.....	55
Литература .....	56

Учебное издание

**Соколов Юрий Анатольевич**  
**Пантюхов Александр Петрович**  
**Коршук Максим Валентинович**

# **ВЕСТИБУЛОМЕТРИЯ В ПРАКТИКЕ ВРАЧЕБНО-ЛЕТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск И. Р. Боровко  
Редактор Ю. В. Киселёва  
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 20.06.13. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,48. Тираж 30 экз. Заказ 290.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.