

*Ю.А.Соколов, А.П.Пантюхов*

## **ЭВОЛЮЦИЯ ЗНАНИЙ О ФИЗИОЛОГИИ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА И ЭКСПЕРТИЗЕ СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕТНОГО СОСТАВА**

*Сообщение 2*

*Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»*

В статье представлены основные этапы развития отечественной школы физиологии вестибулярного аппарата и экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям середины XX – начала XXI века, а также отражены основные проблемы экспертизы вестибулярной устойчивости летного состава в настоящее время.

Ключевые слова: вестибулярная устойчивость, врачебно-летная экспертиза, исторический аспект, физиология вестибулярного аппарата.

Значительный вклад в развитие авиационной и космической оториноларингологии внес Э.В.Лапаев. Под его руководством с 1964 г. были проведены исследования по детализации особенностей функционирования вестибулярного аппарата в условиях невесомости, биохимический анализ вестибулярного нистагма при изменениях радиуса криволинейного движения [22]. Также им изучена роль взаимодействия фронтальных и сагиттальных каналов с отолитовым аппаратом в возникновении вестибулодвигательных и вестибуловегетативных реакций обследуемых, значение особенностей мозгового кровообращения в развитии вестибулярных реакций. В 1967 г. Э.В.Лапаевым были получены интересные научно-практические данные по динамике ряда показателей, комплексно характеризующих гемодинамику при воздействии ускорений Кориолиса на обследуемых с различной степенью вестибулярной устойчивости. С его участием был выполнен цикл работ по изучению динамики мозгового кровообращения при декомпрессии нижней половины тела [3; 13], особенностей вестибулярных реакций под воздействием гипоксии, изменений температуры, ускорений, невесомости, интенсивных низкочастотных звуковых стимулов и других воздействий [12; 14-16]. Лапаев Э.В. был научным руководителем О.А.Воробьева, изучавшего методы оценки вестибулярной асимметрии для использования в практике экспертной оценки [5; 20].

В дальнейшем В.В.Ивановым, О.А.Воробьевым, В.В.Зарицким, А.А.Подшиваловым проводится цикл фундаментальных исследований по изучению характера обменных процессов, биохимического и иммунного статуса, процессов тканевого дыхания и гемодинамических реакций при экспериментальном укачивании [7-9; 21]. На основе полученных результатов с целью коррекции измененного функционального состояния организма при укачивании разработана методология профилактики болезни движения с позиций системного подхода [10; 23]. Ее суть заключалась в том, что эффективность корригирующих воздействий по повышению уровня статокинетической устойчивости человека применительно к условиям космического полета достигает максимального значения при условии сочетанного воздействия на специфические (гравитационно зависимые) и неспецифические механизмы адаптации.

Одновременно, совместно с группой фармакологов Института медико-биологических проблем выполняются работы по совершенствованию средств и методов фармакологической коррекции расстройств, характерных для космической формы болезни движения, с помощью многокомпонентных рецептур, действие которых направлено на повышение специфической вестибуловегетативной устойчивости, а также оптимизацию общих адаптационных процессов, как в начальном периоде действия невесомости, так и на этапе послеполетной реадаптации.

Значительный вклад в изучение проблемы оптико-вестибулярного взаимодействия внес О.А.Воробьев по результатам проведенного по данной проблеме цикла исследований при научной консультации Э.В.Лапаева. Было установлено, что выраженность симптомов укачивания при одновременном действии вестибулярных и оптокинетических стимулов пропорциональна скорости развития и интенсивности вестибулосенсорных реакций. При этом оптокинетическая стимуляция может как улучшать, так и ухудшать переносимость пробы с непрерывным воздействием ускорений Кориолиса [4; 5; 14; 19]. В дальнейших исследованиях экспериментально показано, что в условиях «конфликтных» (противоречивых в отношении реального движения человека) вестибулярных и оптокинетических воздействий ограничение как центральных, так и периферических полей зрения приводит к существенному повышению устойчивости к укачиванию, сопровождаемому выраженным снижением сенсорных проявлений [17; 18].

Экспериментально обоснована гипотеза, что подверженность человека укачиванию в сложных динамических условиях определяется степенью фазового рассогласования сенсорных сигналов различных анализаторов. Были получены новые данные о том, что функциональная система восприятия движения может быть организована по квазиголографическому принципу, вследствие чего и проявляется ведущая роль фазового рассогласования сенсорных сигналов в генезе укачивания [4-6; 15; 17].

В 1964 году 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 утрикулюса и саккулюса (т.е. всех мешочков преддверия), а также на ампулярный аппарат [2; 20]. В последствии А.Е.Курашвили в 1967 году разработал усовершенствованный опыт ДВИЦ [11], 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 Пуркинѣ был награжден Золотой медалью Пуркинѣ [20].

Взаимодействию отолитового и ампулярного аппаратов посвящены кандидатские диссертации И.С.Усачева «Задняя фронтальная отолитовая реакция при вестибулярном отборе на летную службу» (1965) и А.С.Киселева «Вестибулярный профотбор и тренировка лиц, связанных с воздействием ускорения Кориолиса» (1967). При этом было показано, что как при задней отолитовой реакции (И.С.Усачева), так и при заднем опыте двойного вращения (А.С.Киселева) вестибулосенсорные и вестибуловегетативные рефлексы оказываются более выраженными, чем при их передних аналогах [20].

Концепция К.Л.Хилова о первичности вестибулосенсорных рефлексов получила свое продолжение в 1967 году в кандидатской диссертации В.И.Бабияк «Некоторые рефлексы вестибулярного анализатора применительно к профотбору на летную службу», где была экспериментально доказана возможность объективизации субъективного чувства головокружения на основании появления регистрируемой нистагмной реакции. Вышеуказанные исследования позволили сформулировать понятие о вестибулярной и оптокинетической системах.

Дальнейшее развитие этих исследований, имеющих большое значение для авиационной и космической медицины и, в частности, для отбора операторов (летчиков), выполняющих полеты на низких высотах с целью поиска и поражения наземных целей, было реализовано 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 окулomotorную реакцию.

В октябре 1990 года на базе кафедры отоларингологии Военно-медицинской академии была проведена научная конференция «Вестибулология в клинической и военной медицине», где сотрудниками кафедры было представлено более 20 научных докладов [20].

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 года активно исследуются вопросы о статокинетической системе организма [1]. Вместо понятий о статокинетической (Лазанов Н.Н., 1938) и вестибулярной устойчивости В.И.Усачевым в 1993-1995 годах сформулирована концепция статокинетической функциональной системы организма, обеспечивающей его разнообразные функции: ориентировку в пространстве, равновесие тела в статике и динамике, передвижения его в пространстве [24; 25].

Все реакции этой системы автор подразделяет на естественные (физиологические), неестественные (патофизиологические) и патологические (симптомы). Патофизиологические реакции статокинетической 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.

На основе вышеупомянутой концепции В.А.Дубовиком и В.И.Усачевым разработаны оригинальные программы для компьютерной стабиллографии. Результаты обследования здоровых лиц, а также больных с патологией вестибулярного аппарата и ЦНС по этим программам обобщены в докторской диссертации В.А.Дубовика «Методология оценки состояния статокINETической системы поданным компьютерной стабиллографии» (1996).

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. [26].

Таким образом, эволюция знаний отечественной школы оториноларингологов о роли вестибулярного анализатора и его функционального взаимодействия с другими анализаторными системами в генезе укачивания привела к возникновению новых научно обоснованных фактов в области ЛОР-физиологии и конкретными практическими рекомендациями по методам анализа и вестибулярной подготовке авиакосмических специалистов, а также подтвердила необходимость комплексного индивидуального подхода при экспертизе вестибулярной устойчивости с привлечением специалистов терапевтического, неврологического и психотерапевтического профиля.

В настоящее время проблема экспертизы устойчивости летного состава к вестибулярным раздражителям в Республике Беларусь приобретает особую актуальность в связи с рядом обстоятельств:

- отчетливой тенденцией к ухудшению состояния здоровья как летного состава, так и кандидатов к поступлению на авиационный факультет, усугубляющейся демографическим спадом;
- ростом требований, предъявляемых современной и особенно перспективной высокоманевренной авиационной техникой к состоянию здоровья летного состава;
- значительным «омоложением» летного состава, имеющего хроническую патологию сердечно-сосудистой системы и недостаточным опытом в использовании вестибулярных нагрузочных проб для оценки функциональных резервов у вышеуказанного контингента освидетельствуемых;
- недостаточным взаимодействием врачей-экспертов различных специальностей (оториноларинголог, невролог, терапевт, психотерапевт) при экспертизе вестибулярной устойчивости.

Подводя итог истории изучения проблемы вестибулярного анализатора в авиации следует отметить, что стремительное развитие авиационной техники в XX-XXI вв., и особенно появление реактивной авиации, привело к тому, что в системе «человек – самолет – среда» человек стал слабым звеном. В настоящее время статокINETическая устойчивость остается важнейшим фактором профессиональной деятельности летчиков истребительной авиации, особенно при выполнении в полете фигур сложного и высшего пилотажа, поэтому

совершенствование подходов экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям, а также разработка эффективных методов вестибулярной реабилитации и повышения вестибулярной устойчивости является одним из приоритетных направлений развития авиационной медицины в Республике Беларусь.

Качественное проведение экспертизы устойчивости к вестибулярным раздражителям может быть реализовано только с учетом последних научных исследований, касающихся прогноза состояния профессионального здоровья, разработкой новых экспертных подходов к освидетельствованию летного состава, использованием современных методов исследований, а также интеграции врачебно-летной экспертизы с восстановительной медициной.

#### Литература

1. Асимметрия и компенсация вестибулярной функции при поражении ушного лабиринта / В. Р. Гофман [и др.]. СПб.: Оргтехиздат, 1994. 115 с.
2. Базаров, В. Г. Клиническая вестибулометрия / В. Г. Базаров. Киев: Здоровье, 1988. 188 с.
3. Волошин, В. Г. Функциональное состояние вестибулярного анализатора при создании отрицательного давления на нижнюю половину тела / В. Г. Волошин, Э. В. Лапаев // Космич. биол. и авиакосмич. мед. 1975. № 2. С. 68–71.
4. Воробьев, О. А. О функционировании вестибулярного анализатора как гироскопической системы при двойном вращении / О. А. Воробьев // Изв. АН СССР. Сер. биологич. 1984. № 2. С. 259–263.
5. Воробьев, О. А. Значение фазового рассогласования сенсорных сигналов в механизмах развития укачивания // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1987. № 5. С. 757.
6. Воробьев, О. А. Формирование образа пространственного положения при возникновении иллюзии вестибулярного генеза / О. А. Воробьев, В. В. Иванов // Космич. биол. и авиакосмич. мед. 1987. № 2. С. 7–12.
7. Зарицкий, В. В. Влияние измененного кровообращения на нистагменные реакции человека / В. В. Зарицкий, Ю. В. Крылов // Космич. биол. и авиакосмич. мед. 1966. № 6. С. 58–62.
8. Зарицкий, В. В. О профилактике космической формы болезни движения с позиций комплексного подхода: материалы XXI Гагаринских научн. чтений по авиац. и косм. Секция: Проблемы авиакосмич. мед. и психол. / В. В. Зарицкий, В. В. Иванов. М., 1991. С. 95–97.
9. Зарицкий, В. В. Операторская деятельность в условиях моделирования физиологических эффектов космического адаптационного синдрома: тез. междунар. науч.-практ. конф. / В. В. Зарицкий, А. А. Подшивалов, В. В. Иванов. М.: ЦПК им. Ю. А. Гагарина, 1993. С. 180–182.
10. Крылов, Ю. В. Некоторые способы профилактики воздушной и космической формы болезни движения / Ю. В. Крылов, В. В. Зарицкий, А. А. Подшивалов // Пробл. безопасности полетов. 1986. № 3. С. 68–78.
11. Курашвили, А. Е. Физиологические функции вестибулярной системы / А. Е. Курашвили, В. И. Бабияк. Л.: Медицина, 1975. 279 с.
12. Лапаев, Э. В. Влияние высокой температуры на проявления укачивания / Э. В. Лапаев, Е. М. Юганов // Воен.-мед. журн. 1972. № 6. С. 31–36.

13. Лапаев, Э. В. Функциональное состояние вестибулярного анализатора при измененной реактивности организма: дис. ... д-ра мед. наук / Э. В. Лапаев. М., 1974. 236 с.
14. Лапаев, Э. В. Биофизический анализ действия ускорений Кориолиса на вестибулярный анализатор / Э. В. Лапаев, Н. В. Платонов // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1976. № 3. С. 449.
15. Лапаев, Э. В. О зависимости вестибулярных реакций от частоты воздействия знакопеременных ускорений / Э. В. Лапаев, О. А. Воробьев, В. В. Иванов // Журн. ушн., нос. и горл. бол. 1979. № 5. С. 33–36.
16. Лапаев, Э. В. Функция слухового и вестибулярного анализаторов при действии факторов авиакосмического полета / Э. В. Лапаев, Ю. В. Крылов, В. С. Кузнецов // Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1983. Т. 47. 241 с.
17. Лапаев, Э. В. О влиянии зрения на переносимость человеком непрерывных ускорений Кориолиса / Э. В. Лапаев, О. А. Воробьев // Изв. АН СССР. Сер. биологич. М., 1983. № 2. С. 276–321.
18. Лапаев, Э. В. Подверженность человека к укачиванию в условиях сочетанной вестибулярной и оптокинетической стимуляции при уменьшении поля зрения / Э. В. Лапаев, О. А. Воробьев // Изв. АН СССР. Сер. биол. М., 1984. № 4. С. 396–400.
19. Лапаев, Э. В. Совершенствование методов определения устойчивости к укачиванию в практике ВЛЭ / Э. В. Лапаев, О. А. Воробьев // Совершенствование форм и методов медицинского контроля: материалы конф. Л., 1990. С. 62–64.
20. 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.
21. О роли оптокинетической стимуляции в осуществлении вестибулоspинальных рефлексов / Ю. В. Крылов [и др.] // Космич. биол. и авиакосмич. мед. 1987. Т. 21, № 5. С. 36–41.
22. Павлов, Г. И. Функции вестибулярного аппарата в условиях измененной весомости: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Г. И. Павлов. М., 1979. 25 с.
23. Подшивалов, А. А. Влияние раздражения вестибулярного аппарата на статическую физическую работоспособность / А. А. Подшивалов // Космич. биол. и авиакосмич. мед. 1987. Т. 21, № 2. С. 83–84.
24. Усачев, В. И. Методологические принципы применения стабилографии / В. И. Усачев, В. Г. Гофман, В. А. Дубовик // Медицинские информационные системы: межведомственный тематический науч. сб. Таганрог, 1993. Вып. 4 (XI). С. 112–116.
25. Усачев, В. И. Методология оценки функции равновесия тела с помощью метода компьютерной стабилографии: тез. докл. VIII съезда отоларингологов Украины / В. И. Усачев, В. А. Дубовик. Киев, 1995. С. 196–197.
26. Янов, Ю. К. Начала системного анализа в клинической и экспериментальной вестибулологии / Ю. К. Янов, В. С. Новиков, К. В. Герасимов. СПб.: Наука, 1997. 239 с.