

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ АНАТОМИИ

П. Г. Пивченко, Т. В. Сахарчук

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ОРГАНА РАВНОВЕСИЯ И ГРАВИТАЦИИ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2012

УДК 611.85 (075.8)
ББК 28.706 я73
П32

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
учебно-методического пособия 20.06.2012 г., протокол № 9

Рецензенты: д-р мед. наук, проф. В. В. Руденок; д-р мед. наук, проф.
А. А. Баешко

Пивченко, П. Г.
П32 Функциональная анатомия органа равновесия и гравитации : учеб.-метод. по-
собие / П. Г. Пивченко, Т. В. Сахарчук. – Минск : БГМУ, 2012. – 12 с.

ISBN 978-985-528-668-5.

Представлены современные научные данные о строении органа равновесия и гравитации, отражена его функциональная анатомия, особенности проводящего пути вестибулярного анализатора.

Предназначено для студентов 2-го курса лечебного, педиатрического и медико-профилактического факультетов по дисциплине «Анатомия человека» при изучении темы «Преддверно-улитковый орган».

УДК 611.85 (075.8)
ББК 28.706 я73

ISBN 978-985-528-668-5

© Оформление. Белорусский государственный
медицинский университет, 2012

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятия: 4 часа.

Преддверно-улитковый орган, organum vestibulocochleare, объединяет в себе два органа чувств: орган слуха и орган равновесия.

Орган слуха улавливает, проводит и воспринимает звуки. В осуществлении этих функций принимают участие:

1) наружное ухо:

- ушная раковина;
- наружный слуховой проход;
- барабанная перепонка;

2) среднее ухо:

- барабанная полость;
- сосцевидный отросток;
- евстахиева труба;

3) внутреннее ухо:

– улитка (cochlea) и расположенный в ней улитковый лабиринт — labyrinthus cochlearis.

Орган равновесия и гравитации располагается во внутреннем ухе и включает следующие образования:

– преддверие (vestibulum) и расположенные в нем сферический (sacculus) и эллиптический (utricle) мешочки;

– полукружные каналы (canales semicirculares) и расположенные в них полукружные протоки (ductus semicirculares).

Знание функциональной анатомии преддверно-улиткового органа, а также проводящих путей слухового и вестибулярного анализаторов необходимо врачу-практику для понимания механизмов развития патологических процессов, связанных с нарушениями слуха, координации движений, расстройствами со стороны вегетативной нервной системы, что позволит правильно определить уровень поражения и назначить адекватное лечение.

Цель занятия: сформировать четкое представление о функциональной анатомии органа равновесия и гравитации, а также об особенностях проводящего пути вестибулярного анализатора.

Задачи занятия:

– ознакомиться со строением органа равновесия и гравитации — мешочков преддверия, полукружных протоков;

– изучить функциональное значение всех элементов органа равновесия и гравитации;

– изучить особенности проводящего пути вестибулярного анализатора;

– изучить локализацию нейронов рефлекторной дуги анализатора равновесия и гравитации;

– овладеть навыками решения ситуационных задач по теме занятия.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного усвоения темы студенту следует повторить следующий материал из дисциплины «Анатомия человека»:

– ромбовидная ямка, проекция ядер черепных нервов на ромбовидную ямку;

– конечный мозг: борозды и извилины верхнелатеральной, медиальной и нижней поверхностей полушарий. Локализация функций в коре полушарий головного мозга.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Какие органы чувств объединяет в себе преддверно-улитковый орган?

2. Какие анатомические структуры относятся к органу слуха, какие к органу равновесия и гравитации?

3. Укажите рецепторные зоны вестибулярного аппарата.

4. Опишите строение отолитового аппарата мешочков преддверия.

5. Опишите строение ампулярных гребешков.

6. Укажите локализацию нейронов рефлекторной дуги анализатора равновесия и гравитации.

7. Где залегает вестибулярный узел?

8. Перечислите вестибулярные ядра и укажите их локализацию.

9. В каких направлениях идут аксоны вторых нейронов проводящего пути вестибулярного анализатора?

10. Почему при раздражении вестибулярного аппарата возможны рвота и другие вегетативные реакции?

11. Где находится корковый конец вестибулярного анализатора?

Задания для самостоятельной работы. Для полного усвоения темы студенту необходимо повторить учебный материал из смежных дисциплин. Затем необходимо ознакомиться с учебным материалом издания. Для того чтобы изучение темы было более осознанным, студенту рекомендуется вести записи вопросов и замечаний, которые впоследствии можно выяснить в ходе дальнейшей самостоятельной работы с дополнительной литературой или на практическом занятии у преподавателя. Решение ситуационных задач, используемых в качестве самоконтроля, позволит не только адекватно оценить собственные знания, но и покажет преподавателю уровень освоения студентом учебного материала.

Завершающим этапом в работе над темой служат контрольные вопросы, ответив на которые студент может успешно подготовиться к текущему контролю по дисциплине «Анатомия человека».

СТРОЕНИЕ ОРГАНА РАВНОВЕСИЯ И ГРАВИТАЦИИ

В преддверии костного лабиринта залегает вестибулярный лабиринт, представленный сферическим (*sacculus*) и эллиптическим (*utricleus*) мешочками. Мешочки преддверия расположены соответственно в сферическом и эллиптическом карманах костного лабиринта, *recessus sphericus et recessus ellipticus*. Сферический мешочек сообщается с улитковым протоком посредством соединяющего протока, *ductus reuniens*, а эллиптический — с полостью трех полукружных протоков (рис. 1).

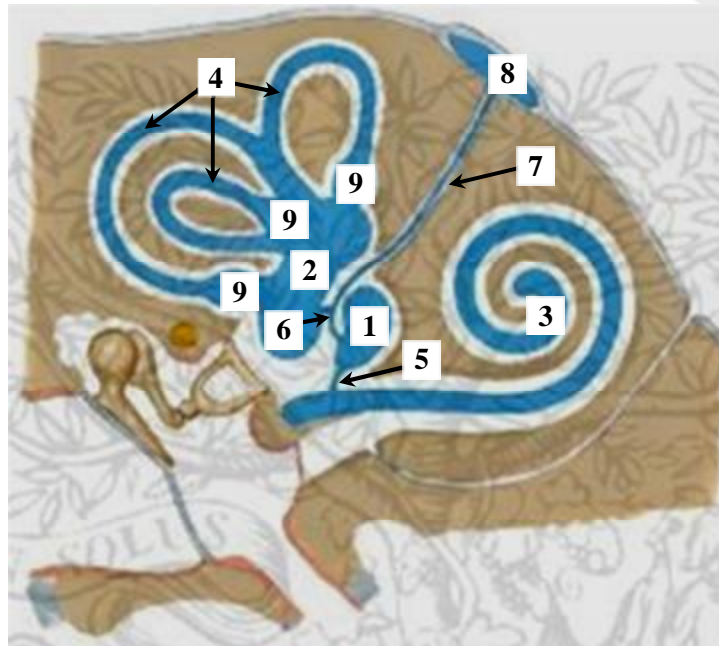


Рис. 1. Перепончатый лабиринт:

1 — *sacculus*; 2 — *utricleus*; 3 — *ductus cochlearis*; 4 — *ductus semicirculares*; 5 — *ductus reuniens*; 6 — *ductus utriculosaccularis*; 7 — *ductus endolymphaticus*; 8 — *saccus endolymphaticus*; 9 — *ampulla membranacea*

Между собой мешочки сообщаются при помощи протока эллиптического и сферического мешочков, *ductus utriculosaccularis*. *Ductus utriculosaccularis* переходит в эндолимфатический проток, *ductus endolymphaticus*, который заканчивается на задней поверхности пирамиды височной кости эндолимфатическим мешком, *saccus endolymphaticus*, расположенным в углублении, которое называется наружной апертурой водопровода преддверия, *aperture externa aqueductus vestibule*.

В сферическом и эллиптическом мешочках заложен отолитовый аппарат, который включает пятно сферического мешочка, *macula sacculi*, и пятно эллиптического мешочка, *macula utriculi*. Они представляют собой возвышения на внутренней поверхности обоих мешочков, покрытые нейроэпителием. Нейроэпителий состоит из опорных и волосковых чувствительных клеток (рис. 2).

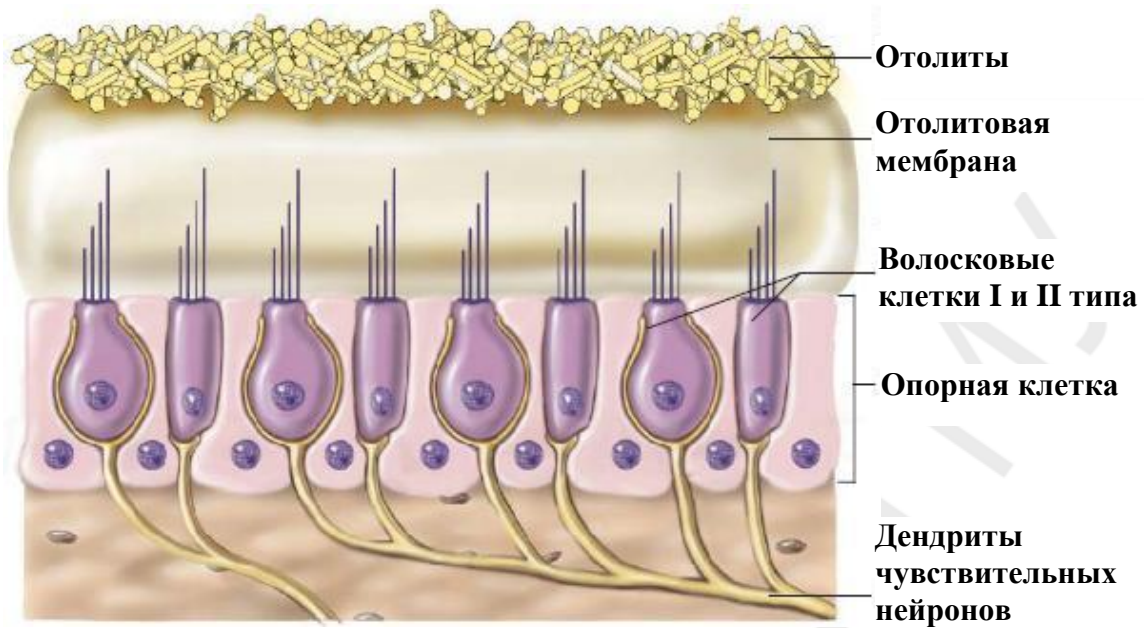


Рис. 2. Строение macula sacculi и macula utriculi

Волоски чувствительных клеток погружены в желеобразное вещество — отолитовую мембрану. На поверхности отолитовой мембраны лежит большое количество кристаллов — отолитов, состоящих из фосфата и карбоната кальция. У основания волосковых клеток располагаются рецепторы, которые связаны с дендритами чувствительных нейронов вестибулярной части VIII пары черепных нервов.

Механическое давление (сила тяжести) и смещение отолитов при прямолинейных ускорениях вызывает раздражение волосковых чувствительных клеток (рис. 3).

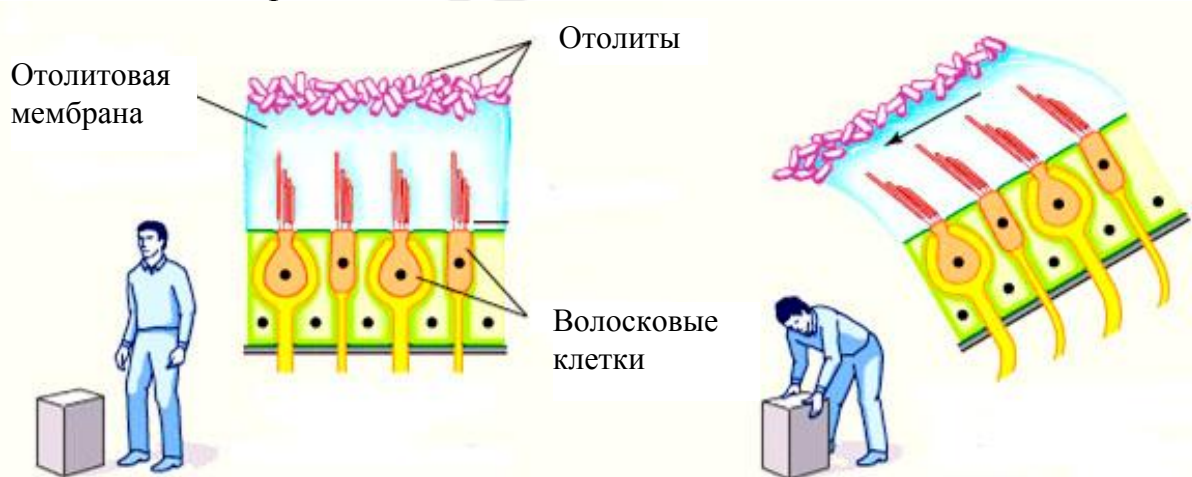


Рис. 3. Механизм раздражения чувствительных волосковых клеток

Полукружные протоки, ductus semicirculares, расположены в костных полукружных каналах. Различают передний, задний и латеральный полукружные протоки. Каждый проток имеет изогнутую часть и две пе-

репончатые ножки, *crura membranacea*. Одна из ножек оканчивается перепончатой ампулой, *ampulla membranacea*, поэтому называется ампулярной перепончатой ножкой, *crus membranaceum ampullare*. Другая нерасширенная ножка называется простой перепончатой ножкой, *crus membranaceum simplex* (см. рис. 1). Простые костные ножки переднего и заднего полукружных протоков соединяются, образуя общую перепончатую ножку, *crus membranaceum commune*. Поэтому три полукружных протока открываются в эллиптический мешочек пятью отверстиями.

На внутренней поверхности каждой ампулы имеется ампулярный гребешок, *crista ampullaris* (рис. 4).

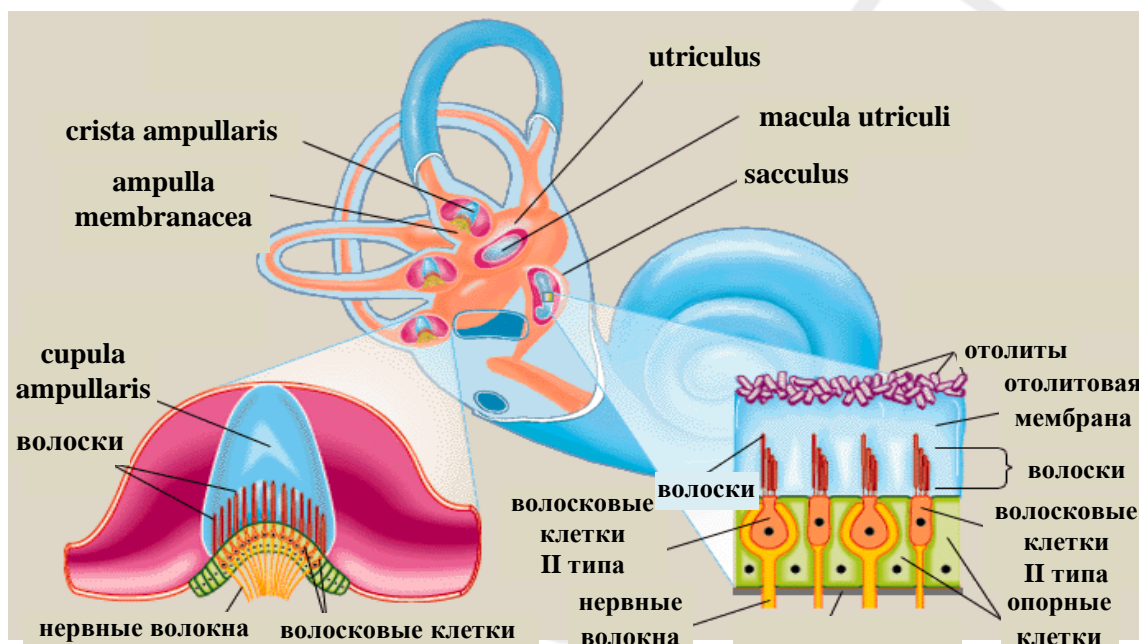


Рис. 4. Строение ампулярных гребешков и отолитовых аппаратов

Поверхность гребешков покрыта волосковыми чувствительными клетками. Волоски этих клеток погружены в желеобразное вещество, вместе с которым на поверхности каждого ампулярного гребешка они образуют ампулярный купол, *cupula ampullaris* (рис. 4). *Cupula ampullaris* смещается током эндолимфы при угловых ускорениях, что вызывает раздражение волосковых чувствительных клеток и возникновение рецепторного потенциала (нервного импульса) в вестибулярной части VIII пары черепных нервов.

Таким образом, специализированные чувствительные клетки органа равновесия и гравитации расположены в пяти рецепторных зонах:

- пятно сферического мешочка, *macula sacculi*;
- пятно эллиптического мешочка, *macula utriculi*;
- ампулярный гребешок, *crista ampullaris*, в каждой ампуле трех перепончатых протоков.

ПРОВОДЯЩИЙ ПУТЬ АНАЛИЗАТОРА РАВНОВЕСИЯ И ГРАВИТАЦИИ

Нервный импульс, который возникает в волосковых клетках органа равновесия и гравитации при колебаниях эндолимфы, передается на рецепторы периферических отростков (дендритов) **первых чувствительных нейронов**. Тела этих нейронов заложены в преддверном узле, ganglion vestibulare, на дне внутреннего слухового прохода. Аксоны чувствительных нейронов формируют преддверную часть преддверно-улиткового нерва, в составе которого входят в полость черепа через внутренний слуховой проход и далее, у заднего края моста латеральнее n. facialis, вступают в вещество мозга.

Здесь аксоны первых нейронов формируют восходящую и нисходящую ветви и подходят к вестибулярным ядрам, заложенным в латеральных углах ромбовидной ямки в вестибулярном поле, area vestibularis.

С каждой стороны имеется по 4 вестибулярных ядра:

1. Верхнее вестибулярное ядро (ядро Бехтерева).
2. Латеральное вестибулярное ядро (ядро Дейтерса).
3. Медиальное вестибулярное ядро (ядро Швальбе).
4. Нижнее вестибулярное ядро (ядро Роллера).

Восходящая ветвь заканчивается в верхнем вестибулярном ядре, а нисходящая — в трех остальных. В вестибулярных ядрах заложены тела **вторых нейронов**, аксоны которых идут в следующих направлениях (рис. 5):

1) к мозжечку — преддверно-мозжечковый путь (tractus vestibulocerebellaris);

2) к спинному мозгу — преддверно-спинномозговой путь (tractus vestibulospinalis);

3) в составе медиального и заднего продольных пучков (fasciculus longitudinalis medialis, fasciculus longitudinalis posterior);

4) к таламусу противоположной стороны — преддверно-таламический путь (tractus vestibulothalamicus).

Преддверно-мозжечковый путь проходит через нижнюю ножку мозжечка и заканчивается на клетках коры червя мозжечка. Часть аксонов чувствительных нейронов не переключается в вестибулярных ядрах, а следует прямо в мозжечок. Существует также обратная связь мозжечка с вестибулярными ядрами в виде мозжечково-преддверного тракта, tractus cerebellovestibularis, через который мозжечок оказывает опосредованное влияние на спинной мозг по преддверно-спинномозговому пути.

Волокна *преддверно-спинномозгового пути* заканчиваются сегментарно на двигательных нейронах в передних рогах спинного мозга. Он осуществляет проведение двигательных импульсов к мышцам шеи, туло-

вища и конечностей, обеспечивая безусловно-рефлекторное поддержание равновесия тела при вестибулярных нагрузках.

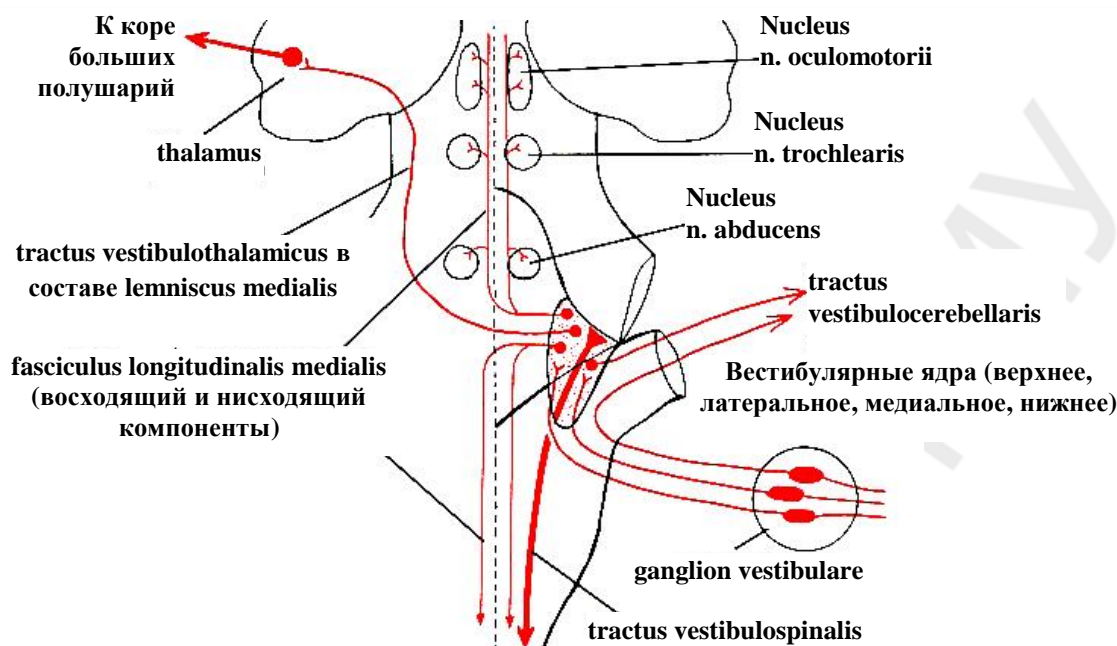


Рис. 5. Схема проводящего пути вестибулярного аппарата

Часть аксонов клеток ядра Дейтерса направляются в составе *медиального продольного пучка* своей и противоположной сторон и заканчиваются на клетках промежуточного ядра и ядра задней спайки. Эти ядра ретикулярной формации среднего мозга обеспечивают связь органа равновесия с ядрами черепных нервов (III, IV, VI пар), иннервирующих наружные мышцы глазного яблока и мышцы шеи. Это позволяет сохранить направление взгляда при изменениях положения головы.

Часть аксонов клеток ядра Дейтерса вступают в состав *заднего продольного пучка* и заканчиваются на клетках заднего гипоталамического ядра. Это ядро обеспечивает связь органа равновесия с вегетативными ядрами черепных нервов (III, VII, IX, X пар). Поэтому при чрезмерном раздражении вестибулярного аппарата нередко появляются вегетативные реакции в виде замедления пульса, падения артериального давления, тошноты, рвоты, побледнения кожи, похолодания конечностей, усиления потоотделения и др.

Часть аксонов клеток вестибулярных ядер переходят на противоположную сторону и формируют *преддверно-таламический путь*. Он заканчивается в таламусе, где залегают тела **третьих нейронов**. Их аксоны через заднюю ножку внутренней капсулы идут к коре больших полушарий. Считается, что **корковый конец** вестибулярного анализатора локализован в области средней и нижней височных извилин. В коре больших полушарий происходит сознательная оценка вестибулярных раздражений: определение положения головы, степени наклона тела в пространстве.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. При передвижении на городском, морском, воздушном транспорте, катании на качелях у человека возникают вегетативные реакции в виде замедления пульса, падения артериального давления, тошноты, рвоты, побледнения кожи, похолодания конечностей, усиления потоотделения и др. Чем обусловлено появление этих реакций?

Ответ. Часть аксонов клеток ядра Дейтерса вступают в состав заднего продольного пучка и заканчиваются на клетках заднего гипоталамического ядра. Это ядро обеспечивает связь органа равновесия с вегетативными ядрами черепных нервов (III, VII, IX, X пар).

Задача 2. Во время вращения испытуемого на кресле Барани у него возникает горизонтальный нистагм (непроизвольные колебательные движения глазных яблок в горизонтальной плоскости). Чем обусловлено его возникновение?

Ответ. Часть аксонов клеток ядра Дейтерса направляются в составе медиального продольного пучка своей и противоположной сторон и заканчиваются на клетках промежуточного ядра и ядра задней спайки. Эти ядра ретикулярной формации среднего мозга обеспечивают связь органа равновесия с ядрами черепных нервов (III, IV, VI пар), иннервирующих наружные мышцы глазного яблока и мышцы шеи.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Гайворонский, И. В.* Нормальная анатомия человека / И. В. Гайворонский, А. И. Гайворонский. СПб. : СпецЛит, 2006. С. 373–390.
2. *Привес, М. Г.* Анатомия человека / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. СПб. : СПбМАПО, 2009. С. 680–694.

Дополнительная

3. *Гайворонский, И. В.* Функциональная анатомия центральной нервной системы / И. В. Гайворонский, А. И. Гайворонский. СПб. : СпецЛит, 2006. С. 373–390.
4. *Крылова, Н. В.* Анатомия органов чувств (в схемах и рисунках) : атлас-пособие / Н. В. Крылова, Л. В. Наумец. М. : изд-во Университета дружбы народов, 1991. 94 с.
5. *Пальчун, В. Т.* Болезни уха, горла, носа / В. Т. Пальчун, Н. А. Преображенский. М. : Медицина, 1980. 487 с.
6. *Синельников, Р. Д.* Атлас анатомии человека : учеб. пособие : в 4 т. / Р. Д. Синельников. М. : Медицина, 1996. Т. 4 : Учение о сосудах. 319 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Строение органа равновесия и гравитации.....	5
Проводящий путь анализатора равновесия и гравитации.....	8
Самоконтроль усвоения темы	10
Ситуационные задачи	10
Литература.....	10

Учебное издание

Пивченко Петр Григорьевич
Сахарчук Татьяна Васильевна

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ОРГАНА РАВНОВЕСИЯ И ГРАВИТАЦИИ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск П. Г. Пивченко
Редактор И. В. Дицко
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 21.06.12. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Zoom».

Печать ризографическая. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,49. Тираж 130 экз. Заказ 675.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».
ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.