



УДК 159.91

**Николаева Наталья Олеговна**

аспирант кафедры возрастной психологии и педагогики семьи,  
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена  
[nikolaeva.natalya.o@gmail.com](mailto:nikolaeva.natalya.o@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-2270-8320>

**Natalya O. Nikolaeva**

Postgraduate Student at the Department of Developmental Psychology and Family Pedagogy,  
Herzen State Pedagogical University of Russia

[nikolaeva.natalya.o@gmail.com](mailto:nikolaeva.natalya.o@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0002-2270-8320>

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТЕЙ, СКЛОННЫХ К УКАЧИВАНИЮ

### PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF CHILDREN PRONE TO MOTION SICKNESS

**Аннотация:** Укачивание — распространенное состояние у детей до 13 лет, которое может негативно влиять на их развитие и социальную адаптацию. В исследовании участвовали 106 детей 2–12 лет, разделенных на группы с укачиванием и без. Применялись цервикальные вестибулярные миогенные потенциалы (цВМВП), акустические стволовые вызванные потенциалы (АСВП), измерялся поствращательный нистагм (ПВН) и вестибулоокулярный рефлекс (ВОР). Выявлено значимое различие в длительности поствращательного нистагма при вращении вправо. Отсутствие корреляций между вестибулярными и слуховыми показателями у детей с укачиванием указывает на недостаточную сенсомоторную интеграцию. Укачивание связано с межсенсорным конфликтом, обусловленным незрелостью интегративных механизмов. Необходимы дальнейшие исследования для разработки эффективных методов диагностики и коррекции.

**Ключевые слова:** укачивание, дети, вестибулярная система, сенсорная интеграция, психофизиология, цервикальные вестибулярные миогенные вызванные потенциалы, акустические стволовые вызванные потенциалы, поствращательный нистагм, вестибулоокулярный рефлекс

**Abstract:** Motion sickness is a prevalent condition in children under 13 years, which may adversely affect their development and social adaptation. The study involved 106 children aged 2–12 years, divided into groups with and without motion sickness. Cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMP), auditory brainstem responses (ABR), post-rotational nystagmus (PRN), and vestibulo-ocular reflex (VOR) were assessed. A significant difference was observed in PRN duration during rightward rotation. The absence of correlations between vestibular and auditory measures in children with motion sickness indicates deficient sensorimotor integration. Motion sickness is associated with intersensory conflict due to immature integrative mechanisms. Further research is required to develop effective diagnostic and corrective methods.

**Keywords:** motion sickness, children, vestibular system, sensory integration, psychophysiology, cervical vestibular evoked myogenic potentials, auditory brainstem responses, post-rotational nystagmus, vestibulo-ocular reflex

#### Введение

Укачивание представляет собой распространенное состояние, возникающее в ответ на движение и характеризующееся такими симптомами, как тошнота, головокружение, потливость и общее недомогание. Это явление особенно часто встречается у детей до 13 лет (Huppert et al., 2019), проявляясь во время поездок в транспорте, катания на аттракционах или даже при резких изменениях положения тела. Состояние укачивания связывают с нарушением интеграции сенсорных сигналов, поступающих от вестибулярной системы, зрительного анализатора и проприоцептивных рецепторов.

Теория сенсорной интеграции, предложенная Энн Джин Айрес, акцентирует внимание на центральной роли вестибулярной системы в обработке информации о положении тела в пространстве в процессе движений (Ayres, 1972). Такие дети часто избегают ситуаций, связанных с перемещением, включая поездки в автомобиле, качания на качелях или спортивные игры, что может негативно ска-

зываются на их развитии и социальной адаптации. Распространено мнение, что укачивание является результатом гиперреактивности вестибулярной системы.

Индивидуальные различия в восприимчивости к укачиванию традиционно оцениваются с помощью опросников, таких как Golding Short Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (Golding, 2006). Однако современные исследования показывают, что состояние укачивания возникает вследствие сенсорного конфликта между вестибулярной, зрительной и проприоцептивной системами, приводящего к нарушению интеграции сигналов в центральной нервной системе (Golding & Gresty, 2015; Oman & Cullen, 2014). Особое внимание уделяется возрастным особенностям, связанным с незрелостью нейронных механизмов сенсорной интеграции у детей (Bles et al., 2011).

Для объективной оценки этих процессов в данном исследовании применяются инструментальные методы: цервикальные вестибулярные миогенные потенциалы (цВМВП), поствращательный нистагм (ПВН), вестибулоокулярный рефлекс (ВОР) и акустические стволовые вызванные потенциалы (АСВП). Эти методы позволяют не только количественно оценить функциональное состояние вестибулярной и слуховой систем, но и выявить специфические проблемы на уровне ствола мозга и подкорковых структур (Ramaioli et al., 2023). Преимущество выбранных методов — их безопасность, безболезненность и быстрота выполнения.

Несмотря на накопленные данные, психофизиологические механизмы укачивания остаются недостаточно изученными, а объективные диагностические маркеры этого состояния пока не стандартизированы. Это подчеркивает актуальность поиска психофизиологических характеристик, которые могли бы объяснить различия между детьми, которые подвержены и не подвержены укачиванию. Целью настоящего исследования является изучение особенностей вестибулярной функции и их связи с проявлениями укачивания у детей, а также выявление потенциальных маркеров этого состояния на основе объективных данных функциональной диагностики ствола мозга и подкорковых структур.

#### **Методы исследования**

Каждый ребенок был продиагностирован с помощью методов цервикальных вестибулярных миогенных потенциалов (цВМВП), акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП), была измерена длительность поствращательного нистагма (ПВН) и выполнена оценка вестибулоокулярного рефлекса (ВОР).

Регистрация цВМВП осуществлялась с использованием двухканального нейроусреднителя «Нейро-Аудио» и программного обеспечения «Нейро-МВП4» (производство компании «Нейрософт», Россия), программа «Нейро-МВП.ТЕТ». Звуковой стимул в виде щелчка подавался моноурально через головные телефоны (наушники) модели TDH-39/49 с сопротивлением 10 Ом, с использованием воздушной проводимости звука. Исследование проводилось последовательно: сначала стимулировалось правое ухо, затем левое.

Регистрация акустических стволовых вызванных потенциалов (АСВП) выполнялась с использованием анализатора «Nicolet Viking Select» (производство VIASYS Healthcare Inc, США). Применялись следующие отведения: сосцевидный отросток слева и справа — вертекс. Чашечковые хлорсеребряные электроды с заземляющим электродом размещались в точке Fpz. Межэлектродное сопротивление поддерживалось на уровне не более 4 кОм.

В качестве стандартного стимула использовался щелчок длительностью 0,1 мс и интенсивностью 90 дБ nHL. Для регистрации 6-го пика применялся модифицированный стимул — короткая тональная посылка (toneburst, окно Blackman) с частотой заполнения 4000 Гц, длительностью плато 0,5 мс, переднего фронта — 0,5 мс и интенсивностью 70 дБ выше порога слуха. Идентификация 6-го пика проводилась с учетом выявления 5-го пика при стандартной стимуляции. На анализируемой кривой при модифицированной стимуляции определяли доминирующий 5-й пик, а следующее за ним позитивное отклонение считали 6-м пиком, после чего измеряли его пиковую латентность.

Стимулы предъявлялись через головные телефоны TDH-39 поочередно в левое и правое ухо с частотой 10,1 Гц. Усреднялись от 500 до 1000 вызванных ответов (длительность каждого — 12 мс), исключая трассы с артефактами (автоматически отбрасывались при превышении порога амплитудной дискриминации 30–40 мВ). Полоса пропускания сигналов устанавливалась в диапазоне от 100 до 3000 Гц.

Длительность поствращательного нистагма измеряли с помощью психофизиологического телеметрического устройства «Реакор-Т», разработанного ООО НПКФ «Медиком-МТД» (г. Таганрог), в рамках ПМО «Энцефалан-СА». В ходе исследования ребенка вращали в кресле Барани сначала в одну сторону, затем в другую. В процессе вращения фиксировали вращательный нистагм с помощью окулографии, а после остановки измеряли длительность поствращательного нистагма. Применение окулометрии для регистрации поствращательного нистагма обеспечило более точные данные по

сравнению с традиционными методами оценки, которые проводятся без использования инструментальных средств.

Исследование вестибулоокулярного рефлекса было выполнено с помощью айтрекера и программного обеспечения «EyeGaze Edge» производства США.

Статистическая обработка была выполнена с помощью программных продуктов Microsoft Excel 2019 и Jamovi (версия 2.3.28). При анализе количественных показателей использовали тест Шапиро-Уилка для сравнения распределений с нормальным. Распределение в выборке носит характер, отличный от нормального (критерий Шапиро-Уилка, уровень значимости  $<0,001$ ), поэтому для дальнейшего анализа были использованы непараметрические методы: критерий Манна-Уитни, Хи-квадрат Пирсона и корреляционный анализ Спирмена.

### Выборка

В выборку исследования вошли 106 детей в возрасте от 2 до 12 лет (средний возраст = 4 года, стандартное отклонение = 2,26), из которых 76 мальчиков и 30 девочек. Дети были разделены на две группы: 49 детей, подверженных укачиванию, и 59, не испытывающих какого-либо дискомфорта при передвижении. Наличие укачивания у ребенка устанавливалось с помощью адаптированного опросника Short Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (Golding, 2006), заполняемого родителями. Для проведения исследования было получено письменное согласие родителей всех детей.

В группе детей, испытывающих укачивание, латентность VI пика АСВП слева находится в диапазоне от 7,41 до 9,04 мс (среднее значение = 8,36, стандартное отклонение = 0,391), справа — от 7,3 до 9,94 мс (среднее значение = 8,36, стандартное отклонение = 0,403). Длительность ПВН при вращении в левую сторону — от 6 до 45 сек (среднее значение = 15, стандартное отклонение = 7,95), при вращении в правую сторону — от 6 до 37 сек (среднее значение = 14, стандартное отклонение = 6,94). Латентность пика P1 цВМВП слева — от 8,83 до 13,0 мс (среднее значение = 10,3, стандартное отклонение = 0,992), справа — от 9,33 до 12,8 мс (среднее значение = 10,5, стандартное отклонение = 0,802). Латентность пика N23 цВМВП слева — в диапазоне от 11,7 до 20,6 мс (среднее значение = 15,5, стандартное отклонение = 1,66), справа — от 12,9 до 23,7 мс (среднее значение = 15,6, стандартное отклонение = 1,98). Нарушение вестибулоокулярного рефлекса легкой степени наблюдалось у 61% детей слева и 65,9% справа, умеренной степени — у 14,6% справа и слева, и без нарушений слева — 24,4% и 19,5% справа.

В группе детей, неподверженных укачиванию, латентность VI пика АСВП слева находится в диапазоне от 7,42 до 9,54 мс (среднее значение = 8,5, стандартное отклонение = 0,452), справа — от 7,38 до 9,38 мс (среднее значение = 8,52, стандартное отклонение = 0,458). Длительность ПВН при вращении в левую сторону — от 0 до 32 сек (среднее значение = 14, стандартное отклонение = 7,02), при вращении в правую сторону — от 3 до 29 сек (среднее значение = 12, стандартное отклонение = 5,67). Латентность пика P1 цВМВП слева — от 9,04 до 12,8 мс (среднее значение = 10,6, стандартное отклонение = 0,842), справа — от 9,27 до 12,7 мс (среднее значение = 10,4, стандартное отклонение = 0,783). Латентность пика N23 цВМВП слева — в диапазоне от 11,8 до 12,7 мс (среднее значение = 16,2, стандартное отклонение = 1,6), справа — от 12,4 до 20,9 мс (среднее значение = 16,0, стандартное отклонение = 1,71). Нарушение вестибулоокулярного рефлекса легкой степени наблюдалось у 45% детей слева и справа, умеренной степени — у 22,4% слева и 14,3% справа, выраженное нарушение — у 10,2% слева и справа, в норме — у 22,4% слева и 30,6% справа.

### Результаты

Для проверки гипотезы о том, что показатели между группами детей, подверженных укачиванию, и не испытывающих дискомфорта при передвижении, отличаются, был использован непараметрический критерий Манна-Уитни. Уровень статистической значимости был установлен на уровне  $p > 0,05$ . Сравнение показателей латентности VI пика АСВП, латентности пика P1 и N23 цВМВП, длительности ПВН между группами с использованием критерия Манна-Уитни выявило статистически значимое различие только длительности ПВН при вращении вправо (Таблица 1).

Таблица 1

Оценка значимости различий в показателях латентности пиков VI АСВП, P1 и N23 цВМВП, ПВН

	Укачивает	Не укачивает	Достоверность различий (U, p, р)
--	-----------	--------------	----------------------------------

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>		
<b>АСВП VI пик слева</b>	8,5	0,452	8,36	0,391	992	0,204
<b>АСВП VI пик справа</b>	8,52	0,458	8,36	0,403	920	0,074
<b>ПВН при вра- щении влево</b>	14	7,025	15	7,950	1050	0,344
<b>ПВН при вра- щении вправо</b>	12	5,668	14	6,941	905	0,047
<b>цВМВП P1 слева</b>	10,6	0,842	10,3	0,992	1218	0,334
<b>цВМВП P1 справа</b>	10,4	0,783	10,5	0,802	1348	0,897
<b>цВМВП N23 слева</b>	16,20	1,599	15,50	1,658	1238	0,507
<b>цВМВП N23 справа</b>	16,00	1,706	15,65	1,983	1293	0,629

**Table 1**

**Assessment of Significance of Differences in Latency of ABR VI Peak, cVEMP P1 and N23, and PRN**

	<b>Motion Sickness</b>		<b>No Motion Sickness</b>		<b>Significance (U, p)</b>	
	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>		
<b>ABR VI peak left</b>	8,5	0,452	8,36	0,391	992	0,204
<b>ABR VI peak right</b>	8,52	0,458	8,36	0,403	920	0,074
<b>PRN left rotation</b>	14	7,025	15	7,950	1050	0,344

<b>PRN right rotation</b>	12	5,668	14	6,941	905	0,047
<b>cVEMP P1 left</b>	10,6	0,842	10,3	0,992	1218	0,334
<b>cVEMP P1 right</b>	10,4	0,783	10,5	0,802	1348	0,897
<b>cVEMP N23 left</b>	16,20	1,599	15,50	1,658	1238	0,507
<b>cVEMP N23 right</b>	16,00	1,706	15,65	1,983	1293	0,629

В ходе проверки гипотезы о том, что вестибулоокулярный рефлекс у детей подверженных укачиванию сформирован хуже, был проведен анализ взаимного распределения частот (Хи-квадрат Пирсона). В результате было получено, что взаимосвязь укачивания со степенью нарушения вестибулоокулярного рефлекса слева отсутствует (Хи-квадрат = 6,05,  $p = 0,109$ ), а также взаимосвязь укачивания со степенью нарушения вестибулоокулярного рефлекса справа отсутствует (Хи-квадрат = 7,06,  $p = 0,070$ ). Таким образом, выдвинутая гипотеза отвергается.

Для анализа взаимосвязей между показателями внутри каждой группы был использован коэффициент корреляции Спирмена.

В группе детей, подверженных укачиванию, возраст положительно связан с латентным периодом пика N23 цВМВП слева ( $R_o = 0,387$ ,  $p = 0,004$ ) и с латентным периодом пика N23 цВМВП справа ( $R_o = 0,452$ ,  $p < 0,001$ ), с латентностью пика P1 цВМВП справа ( $R_o = 0,245$ ,  $p = 0,049$ ), с длительностью ПВН при вращении влево ( $R_o = 0,279$ ,  $p = 0,035$ ). Отрицательные корреляции обнаружены между латентным периодом VI пика АСВП справа и латентным периодом пика N23 цВМВП слева ( $R_o = -0,357$ ,  $p = 0,012$ ), а также между латентным периодом пика P1 цВМВП справа и степенью нарушения ВОР при вращении влево ( $R_o = -0,318$ ,  $p = 0,023$ ) (Таблица 2).

**Таблица 2**

**Статистически значимые корреляции, выявленные в группе с укачиванием**

		Возраст	АСВП VI (П)	ВОР (Л)
цВМВП N23 (Л)	Спирмен ( $R_o$ )	0,387	-0,357	
	p-значение	0,004	0,012	
цВМВП N23 (П)	Спирмен ( $R_o$ )	0,452		
	p-значение	< 0,001		
цВМВП P1 (П)	Спирмен ( $R_o$ )	0,245		-0,318
	p-значение	0,049		0,023
ПВН (Л)	Спирмен ( $R_o$ )	0,279		
	p-значение	0,035		

**Table 2**



P1 (Л)	p							0,047
цВМВП P1 (П)	Ro							0,284
	p							0,024
BOP (Л)	Ro		0,439	0,432	0,265	0,239		
	p		<0,001	<0,001	0,033	0,049		
BOP (П)	Ro				0,328	0,258		
	p- зна- че- ние				0,11	0,037		

**Table 3**  
**Statistically Significant Correlations Identified in the Non-Motion Sickness Group**

		Age	PRN (L)	PRN (R)	cVEMP N23 (L)	cVEMP N23 (R)	VOR (L)	VOR (R)
ABR VI peak (L)	Ro	-0,364	-0,436	-0,459		-0,248		
	p	0,003	<0,001	<0,001		0,032		
ABR VI peak (R)	Ro	-0,498	-0,466	-0,481			-0,295	
	p	<0,001	<0,001	<0,001			0,020	
cVEMP P1 (L)	Ro							0,242
	p							0,047
cVEMP P1 (R)	Ro							0,284
	p							0,024
VOR (L)	Ro		0,439	0,432	0,265	0,239		
	p		<0,001	<0,001	0,033	0,049		
VOR (R)	Ro				0,328	0,258		
	p				0,11	0,037		

### Обсуждение результатов

Анализ литературных данных показывает, что оценка положения тела в пространстве в процессе пассивного участия человека в движении является сложной задачей для мозга, психофизиологический механизм этого анализа по-прежнему остается не до конца раскрытым.

Межсенсорный конфликт, лежащий в основе укачивания, возникает в процессе анализа сенсорной информации, поступающей как извне, так и от тела; эта информация должна быть своевременно обработана на разных уровнях нервной системы, начиная со стволового уровня. В настоящем

исследовании была изучена согласованность первичной обработки слуховой и вестибулярной информации на стволовом и подкорковом уровнях.

Известно, что межсенсорный конфликт в случае кинетоза у взрослого человека может быть частично компенсирован корковыми влияниями. Примером является ситуация, когда человека укачивает в машине, если он едет в качестве пассажира, но не укачивает, когда он ведет машину. Можно предположить, что для детей такая возможность ограничена в силу недостаточной функциональной зрелости коры. Возможно, именно поэтому кинетоз чаще встречается у детей до 13 лет.

Влияние коры на возникновение укачивания может проявляться и следующим образом: некоторые люди испытывают тошноту даже подумав о ситуациях, когда может возникнуть укачивание. Одним из наиболее неприятных проявлений кинетоза является рвота — сложнорефлекторный акт, управление которым осуществляется стволом мозга.

Высказывались предположения о том, что отолитовая афферентация играет ведущую роль в формировании сенсорного конфликта при кинетозе (Venire-Dominey et al., 2008). Также одна из гипотез рассматривала в качестве причины кинетоза вестибулярную асимметрию, которая в обычных условиях может компенсироваться с помощью зрения (Лопристанце et al., 1986). Эта гипотеза была проверена как в условиях невесомости, так и в лабораторных условиях на взрослых испытуемых с выраженной вестибулярной асимметрией.

В ходе проведенного нами исследования не подтвердились гипотезы о том, что причиной укачивания в изученной нами группе детей являются выраженные дисфункции канального или отолитового отделов вестибулярной системы, недостаточная миелинизация слуховых трактов ствола мозга и качество вестибулоглазного рефлекса, если эти показатели оценивать изолированно. Гипотеза о связи укачивания с выраженной отолитовой асимметрией также не подтвердилась.

Нам удалось показать, что различия между группами детей, подверженных укачиванию и не испытывающих дискомфорта при движении, состоят в следующем: у испытуемых из группы с укачиванием отсутствуют статистически значимые связи между показателями функционирования подкорковых областей вестибулярной и слуховой систем. Это может указывать на недостаточное качество обработки и интеграции потоков сенсомоторной информации.

Интеграция сенсомоторной информации, необходимой для организации движения, происходит на разных уровнях мозга. Впервые импульсы от вестибулярной, зрительной и соматосенсорной систем объединяются на уровне бугорков четверохолмия. Причем слуховая система, наравне со зрительной и вестибулярной, участвует в определении положения тела в пространстве.

В вестибулярных ядрах ствола осуществляется переработка импульсов, поступающих как от моторной системы, так и висцеральной (Wilson, 1972; Райцес & Шляховенко, 1972). Однако эти связи по-прежнему изучены недостаточно.

Важную роль в передаче импульсов к вестибулярным ядрам играет также мозжечок (Ito et al., 1969), но инструментальные исследования мозжечка затруднены, поэтому в первую очередь при анализе возможных причин укачивания необходимо исключить рассогласованность в работе тех элементов взаимодействия сенсорных систем, которые доступны для инструментального исследования.

Чаще всего в случае укачивания детей рекомендуют использовать медикаментозную поддержку — вещества, подавляющие работу рвотных центров (Karrim et al., 2022; Bodner & Perry, 2025). Существуют исследования, описывающие профилактическое действие звукового тона определенной частоты на смягчение симптомов укачивания (Gu et al., 2025). Если рассматривать укачивание у детей как проблему, связанную с недостаточной сенсорной интеграцией, то ее решение будет связано с тренингами, направленными на нормализацию связей между системами, обрабатывающими информацию о движении тела и о положении его в пространстве. Этот тренинг должен включать в себя не только упражнения для вестибулярной системы, но и проприоцептивную нагрузку, а также развитие динамической остроты зрения.

### **Практическое применение**

Результаты исследования могут быть использованы для разработки немедикаментозных методов коррекции укачивания у детей. Учитывая связь состояния с недостаточной сенсорной интеграцией, эффективными могут стать тренировки, направленные на стимуляцию вестибулярной системы (например, упражнения на вращение или баланс) в сочетании с проприоцептивной нагрузкой и развитием зрительного контроля. Такие программы могут применяться в образовательных учреждениях или реабилитационных центрах для улучшения адаптации детей к движению и снижения дискомфорта в повседневной жизни, что особенно важно для детей, избегающих активных игр или поездок.

### **Выводы**

Психофизиологические механизмы возникновения укачивания изучены недостаточно. Полученные нами экспериментальные данные подтверждают предположение о том, что укачивание является проявлением межсенсорного конфликта, который возникает в результате непривычного способа перемещения в пространстве. В этом случае ожидаемые на основе предыдущего опыта потоки сенсорной информации не совпадают с текущей ситуацией. Можно предположить, что в силу функциональной незрелости коры, которая может подавлять этот конфликт при некоторых условиях, дети чаще, чем взрослые, страдают от укачивания. Причины укачивания могут быть связаны с недостаточной интеграцией потоков сенсомоторной информации на стволовом уровне, а не с изолированными дисфункциями вестибулярной системы. Это проявляется в отсутствии значимых связей между показателями обработки слуховых и вестибулярных сигналов на уровне ствола мозга и подкорковых структур у детей, подверженных укачиванию.

### Список литературы

- Ayres, A.J. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Bles, W., Bos, J.E., Kruit, H. (2011). Sensory conflict theory of motion sickness: An update. *Brain Research Bulletin*, 85(3), 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2011.03.017>
- Bodner, G.B., Perry, C.J. (2025). Choosing a drug to treat motion sickness. *JAAPA*, 38(3), 16-18. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.000000000000097>
- Golding, J.F. (2006). Predicting individual differences in motion sickness susceptibility by questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 237-248.
- Golding, J.F., Gresty, M.A. (2015). Motion sickness: More than nausea and vomiting. *Experimental Brain Research*, 233(7), 1859-1865. <https://doi.org/10.1007/s00221-015-4267-4>
- Gu, Y., Ohgami, N., He, T., Kagawa, T., Kurniasari, F., Tong, K., Li, X., Tazaki, A., Takeda, K., Mouri, M., Kato, M. (2025). Just 1-min exposure to a pure tone at 100 Hz with daily exposable sound pressure levels may improve motion sickness. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 30, 22. <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00247>
- Huppert, D., Grill, E., Brandt, T. (2019). Survey of motion sickness susceptibility in children and adolescents aged 3 months to 18 years. *Journal of Neurology*, 266(Suppl 1), 65-73. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09333-w>
- Ito, M., Hongo, T., Okada, Y. (1969). Vestibular-evoked postsynaptic potentials in Deiters neurons. *Experimental Brain Research*, 7(3), 214-230.
- Karrim, N., Byrne, R., Magula, N., Saman, Y. (2022). Antihistamines for motion sickness. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(10), CD012715. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012715.pub2>
- Лопристанце, Г.И., Самарин, Г.И., Брянов, Н.И. (1986). Межлабиринтная асимметрия, вестибулярная дисфункция и космическая болезнь движения. *Космическая биология и авиакосмическая медицина*, (73), 45-50.
- Oman, C.M., Cullen, K.F. (2014). The neural basis of motion sickness. *Journal of Neurophysiology*, 112(9), 2085-2094. <https://doi.org/10.1152/jn.00317.2014>
- Райцес, В.С., Шляховенко, А.А. (1972). О функциональной организации висцеральных и соматических афферентных связей вестибулярных ядер. *Физиологический журнал СССР*, (3), 377-384.
- Ramaioli, C., Steinmetzer, T., Brietzke, A., Meyer, P., Pham Xuan, R., Schneider, E., Gorges, M. (2023). Assessment of vestibulo-ocular reflex and its adaptation during stop-and-go car rides in motion sickness susceptible passengers. *Experimental Brain Research*, 241(6), 1523-1531. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06619-4>
- Venire-Dominey, J., Luyat, M., Denise, P., Darlot, C. (2008). Motion sickness induced by otolith stimulation is correlated with otolith-induced eye movements. *Neuroscience*, 155(3), 771-779.
- Wilson, V.G. (1972). Physiological properties of vestibular neurons. *International Review of Neurobiology*, 15, 27-81.

### References

- Ayres, A.J. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Bles, W., Bos, J.E., Kruit, H. (2011). Sensory conflict theory of motion sickness: An update. *Brain Research Bulletin*, 85(3), 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2011.03.017>

- Bodner, G.B., Perry, C.J. (2025). Choosing a drug to treat motion sickness. *JAAPA*, 38(3), 16-18. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.000000000000097>
- Golding, J.F. (2006). Predicting individual differences in motion sickness susceptibility by questionnaire. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 237-248.
- Golding, J.F., Gresty, M.A. (2015). Motion sickness: More than nausea and vomiting. *Experimental Brain Research*, 233(7), 1859-1865. <https://doi.org/10.1007/s00221-015-4267-4>
- Gu, Y., Ohgami, N., He, T., Kagawa, T., Kurniasari, F., Tong, K., Li, X., Tazaki, A., Takeda, K., Mouri, M., Kato, M. (2025). Just 1-min exposure to a pure tone at 100 Hz with daily exposable sound pressure levels may improve motion sickness. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 30, 22. <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00247>
- Huppert, D., Grill, E., Brandt, T. (2019). Survey of motion sickness susceptibility in children and adolescents aged 3 months to 18 years. *Journal of Neurology*, 266(Suppl 1), 65-73. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09333-w>
- Ito, M., Hongo, T., Okada, Y. (1969). Vestibular-evoked postsynaptic potentials in Deiters neurons. *Experimental Brain Research*, 7(3), 214-230.
- Karrim, N., Byrne, R., Magula, N., Saman, Y. (2022). Antihistamines for motion sickness. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(10), CD012715. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012715.pub2>
- Lopristantse, G.I., Samarina, G.I., Bryanov, N.I. (1986). Interlabyrinthine asymmetry, vestibular dysfunction, and space motion sickness. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya meditsina = Space Biology and Aerospace Medicine*, (73), 45-50. (In Russ.)
- Oman, C.M., Cullen, K.F. (2014). The neural basis of motion sickness. *Journal of Neurophysiology*, 112(9), 2085-2094. <https://doi.org/10.1152/jn.00317.2014>
- Raytses, V.S., Shlyakovenko, A.A. (1972). On the functional organization of visceral and somatic afferent connections of vestibular nuclei. *Fiziologicheskiy zhurnal SSSR = Physiological Journal of the USSR*, (3), 377-384. (In Russ.)
- Ramaioli, C., Steinmetzer, T., Brietzke, A., Meyer, P., Pham Xuan, R., Schneider, E., Gorges, M. (2023). Assessment of vestibulo-ocular reflex and its adaptation during stop-and-go car rides in motion sickness susceptible passengers. *Experimental Brain Research*, 241(6), 1523-1531. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06619-4>
- Venire-Dominey, J., Luyat, M., Denise, P., Darlot, C. (2008). Motion sickness induced by otolith stimulation is correlated with otolith-induced eye movements. *Neuroscience*, 155(3), 771-779.
- Wilson, V.G. (1972). Physiological properties of vestibular neurons. *International Review of Neurobiology*, 15, 27-81.