

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ПОГРУЖЕНИИ ПОД ВОДУ С АКВАЛАНГОМ

Елохова Ю.А.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта Министерства спорта Российской Федерации», Омск, Россия (644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144), e-mail: rector@sibguflk.ru

В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования взаимосвязи центральной и церебральной гемодинамики, а также антропометрии детей 12-ти лет. Результаты исследования были обработаны с помощью применения факторного анализа. При проведении факторного анализа показателей церебральной гемодинамики до погружения под воду было выделено три фактора. Первый фактор имел высокие факторные нагрузки по переменным: время распространения пульсовой волны (ВРПВ, $r=0,77$), дикротический индекс (ДИА, %: $r=0,70$), диастолический индекс (ДИА, %: $r=0,75$), отношение амплитуды венозного и артериального компонента (Авен/Аарт, %: $r=0,78$). Во второй фактор вошел показатель венозного оттока (ПВО, %: $r= -0,86$). В третий фактор вошел такой показатель, как частота сердечных сокращений (ЧСС, $r= -0,94$). При проведении факторного анализа показателей церебральной гемодинамики до погружения под воду было выделено также три фактора. Первый фактор включал в себя показатели: реографический индекс (РИ, %: $r=0,75$), дикротический (ДИК, %: $r=0,76$) и диастолический индексы (ДИА, %: $r=0,80$), отношение амплитуды венозного и артериального компонента (Авен/Аарт, %: $r=0,70$). Второй фактор имеет высокие факторные нагрузки по переменным: показатель венозного оттока (ПВО, $r=0,92$). Третий фактор включал в себя частоту сердечных сокращений (ЧСС, $r=0,86$). Установлено, что факторный анализ позволяет выявить взаимосвязь между показателями центральной гемодинамики, влияние одних переменных на другие. Создана факторная модель состояния церебральной гемодинамики для оценки влияния занятий дайвингом на мозговой кровоток при занятиях детей дайвингом.

Ключевые слова: мозговое кровообращение, факторный анализ, дети, дайвинг.

THE FACTORIAL ANALYSIS OF INDICATORS OF CEREBRAL HAEMODYNAMICS AT CHILDREN AT SINGLE IMMERSION UNDER WATER WITH THE AQUALUNG

Elokhova Y.A.

Siberian State University of Physical Culture and Sports Ministry of Sports of the Russian Federation, Omsk, Russia (644009, Omsk, ul. Maslennikov, 144), e-mail: rector@sibguflk.ru

Results of a pilot study of interrelation of the central and cerebral haemodynamics, and also anthropometry of children of 12 years are given in this work. Results of research were processed by means of application of the factorial analysis. When carrying out the factorial analysis of indicators of cerebral haemodynamics before immersion under water three factors were allocated. The first factor had high factorial loadings on variables: time of distribution of a pulse wave (VRPV, $r=0,77$), dicrotic index (DIA, %: $r=0,70$), diastolic index (DIA, %: $r=0,75$), relation of amplitude of a venous and arterial component (Aven/ Aart, %: $r=0,78$). The indicator of venous outflow entered into the second factor (air defense, %: $r= -0,86$). Such indicators entered into the third factor, as the frequency of warm reductions (ChSS, $r= -0,94$). When carrying out the factorial analysis of indicators of cerebral haemodynamics before immersion under water three factors were allocated also. The first factor included indicators: reografichesky index (RI, %: $r=0,75$), dicrotic (DIK, %: $r=0,76$) and diastolic indexes (DIA, %: $r=0,80$), diastolic index (DIA, %: $r=0,75$), relation of amplitude of a venous and arterial component (Aven/ Aart, %: $r=0,70$). The second factor has high factorial loadings on variables: indicator of venous outflow (IVO, $r=0,92$). In the third factor I included the frequency of warm reductions (ChSS, $r=0,86$). It is established that the factorial analysis allows to reveal interrelation between indicators of the central haemodynamics, influence of one variables on others. The factorial model of a condition of cerebral haemodynamics for an assessment of influence of occupations by diving on a brain blood-groove is created at occupations of children by diving.

Keywords: cerebral blood flow, factor analysis, children, diving.

Введение

Занятия дайвингом связаны с пребыванием человека в условиях повышенного давления водной и газовой сред, что может привести к неблагоприятным изменениям в церебральной гемодинамике. Известно, что при подводных погружениях с аквалангом отмечается сужение сосудов, снижается кровоснабжение кожных покровов, а также внутренних органов. Так, например, у подводников во время однократного погружения под воду в мягком водолазном снаряжении возникает спазм мозговых сосудов, изменение кровообращения головного мозга [8; 9].

В соответствии с условиями Всемирной конфедерации подводной деятельности подводный пловец первого уровня может начать обучение дайвингу в двенадцатилетнем возрасте, ограничений по половому признаку не существует. Обучение детей подводному плаванию с аквалангом осуществляется по общепринятой программе для взрослых [8]. Информации о возможных осложнениях и влиянии занятий дайвингом на организм детей очень мало (В. Winkler, 2011). Обучение детей дайвингу - большая ответственность инструкторов. Дети – это не маленькие взрослые, их обучение требует корректировки учебных методов и процедуры контроля с учетом возрастных особенностей [10]. Известно, что 40% несчастных случаев, происходящих с детьми при погружениях под воду с аквалангом, обусловлено венозной и артериальной газовой эмболией сосудов головного мозга [9].

Известно, что информативным и неинвазивным методом исследования мозгового кровообращения является реоэнцефалография. Характеристика реоэнцефалограмм состоит из визуального и количественного анализа. При визуальном анализе на РЭГ отмечается начало и вершина волны, инцизура (выемка), дополнительная волна (дикролический подъем), а также конец РЭГ-волны. Количественный анализ реоэнцефалограммы состоит из цифровой оценки показателей мозговой гемодинамики, характеризующих упругость, тонус и эластичность сосудов, венозный отток, скорость кровенаполнения сосудов и т.д.

Статистика в физиологических исследованиях является одним из методов анализа полученных экспериментальных данных, с помощью которого обрабатываются результаты исследования [4]. Для определения взаимосвязи между изучаемыми показателями церебрального кровообращения, а также выявления скрытых характеристик систем наиболее полно подходит факторный анализ. Его задачами являются выделение интегральных характеристик, позволяющих описать важные функции систем организма – сокращение числа переменных, а также установление взаимосвязи между физиологическими параметрами, отражающей общие адаптивные механизмы организма ребенка – определение взаимосвязей между переменными, выявление скрытых переменных факторов, отвечающих за наличие линейных статистических корреляций между наблюдаемыми переменными.

При изучении работ российских и иностранных авторов не было обнаружено исследований с применением статистических методов обработки медицинских данных о влиянии погружений под воду с аквалангом на гемодинамику головного мозга у занимающихся детей. Поэтому представляется актуальным построение факторной модели состояния центральной и церебральной гемодинамики у детей, занимающихся дайвингом, на основе статистической обработки данных.

Цель исследования

Определить взаимосвязь между наблюдаемыми переменными (показатели реоэнцефалограммы) у детей, занимающихся дайвингом, до и после погружения (при однократном погружении под воду с аквалангом).

Материал и методы исследования

В исследовании были использованы данные, полученные в процессе исследования детей 12-ти лет (64 здоровых мальчика) при однократном погружении под воду с аквалангом. Обучение детей дайвингу проводилось по разработанной нами методике в крытом плавательном бассейне. Длительность плавания под водой составляла 30 мин [1].

Регистрация мозгового кровообращения у детей, занимающихся дайвингом, осуществлялась при помощи 6-канального реографического комплекса «Рео-Спектр», фирмы «Нейрософт» (Иваново) по общепринятой методике [5], до и непосредственно после погружения под воду с аквалангом в начале и конце курса обучения дайвингу.

При статистической обработке экспериментальных данных применялся факторный анализ. Перед тем как выполнять факторный анализ, необходимо, чтобы распределение каждого анализируемого количественного признака подчинялось нормальному закону. Поэтому первоначально была выполнена проверка нормальности распределения количественных показателей с помощью критерия Шапиро-Уилка. С помощью наиболее распространенного в факторном анализе метода главных компонент для облегчения содержательной интерпретации факторов была предварительно выполнена процедура вращения главных компонент с использованием типа вращения – Varimax raw. Расчет статистических показателей производился с помощью программы Statistica – 10.0 for Windows.

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью метода главных компонент до погружения под воду с аквалангом были выделены три фактора (главные компоненты) с суммарным накопительным вкладом в дисперсию признаков 66,13%.

В таблице 1 представлены факторные нагрузки на показатели структуры РЭГ после вращения. Первый фактор имел процентный вклад от общей дисперсии – 33,11% и высокие

факторные нагрузки по переменным: время распространения пульсовой волны (ВРПВ, с, $r=0,77$), дикротический индекс (ДИА, %: $r=0,70$), диастолический индекс (ДИА, %: $r=0,75$), отношение амплитуды венозного и артериального компонента (Авен/Аарт, %: $r=0,78$). Процентный вклад второго фактора от общей дисперсии 18,67%. В этот фактор вошел показатель венозного оттока (ПВО, %: $r= -0,86$). В третий фактор (14,35%) вошел такой показатель, как частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин, $r= -0,94$) (табл. 1).

Таблица 1

Матрица факторных нагрузок у детей после занятия дайвингом (метод главных компонент, вращение по принципу Varimax raw, указаны весовые нагрузки $|r| \geq 0,70$)

Показатели	Factor - 1	Factor - 2	Factor - 3
ЧСС	-0,06	-0,01	-0,94
ВРПВ	0,77	0,02	0,12
РИ	-0,07	0,45	0,34
ДИК, %	0,70	0,44	-0,16
ДИА, %	0,75	-0,36	0,01
Авен/Аарт, %	0,78	0,26	0,10
ПВО, %	-0,06	-0,86	-0,01

При факторном анализе данных после погружения под воду с аквалангом уменьшилось число общих факторов, были выделены четыре фактора с суммарным накопительным вкладом в дисперсию признаков 70,62%. В таблице 2 представлены факторные нагрузки на показатели структуры РЭГ после вращения. Увеличение числа переменных входящих в состав общих факторов после дайвинга свидетельствует об увеличении корреляции между переменными.

Таблица 2

Матрица факторных нагрузок у детей после занятия дайвингом (метод главных компонент, вращение по принципу Varimax raw, указаны весовые нагрузки $|r| \geq 0,70$)

Показатели	Factor - 1	Factor - 2	Factor - 3
ЧСС	-0,04	0,23	0,86
ВРПВ	-0,41	0,02	-0,41
РИ	0,75	-0,26	0,22
ДИК	0,76	-0,37	-0,14
ДИА	0,80	0,26	0,01
Авен/Аарт	0,70	0,31	-0,44
ПВО	-0,01	0,92	0,15

Первый фактор включал в себя показатели: реографический индекс (РИ, у.е.: $r=0,75$), дикротический (ДИК, %: $r=0,76$) и диастолический индексы (ДИА, %: $r=0,80$), отношение амплитуды венозного и артериального компонента (Авен/Аарт, %: $r=0,70$). Процентный вклад первого фактора от общей дисперсии составил 35,15%. Второй фактор (доля общей

дисперсии – 20,55%) имеет высокие факторные нагрузки по переменным: показатель венозного оттока (ПВО, %, $r=0,92$). Третий фактор (доля общей дисперсии – 14,35%) включал в себя частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин, $r=0,86$) (табл. 2).

В начале курса обучения дайвингу до и после погружения под воду визуальный анализ РЭГ показал, что у детей реоэнцефалограмма соответствовала характеристикам здорового человека [3]. Количественный анализ данных после однократного погружения детей под воду с аквалангом показал, что показатели ДИК, ДИА и ПВО во всех отведениях полушарий головного мозга были в пределах возрастной физиологической нормы. Однако после занятия дайвингом у детей 12-ти лет отмечалось достоверное снижение РИ во фронтально-мастоидальных отведениях обоих полушарий головного мозга [2]. Данные изменения могут свидетельствовать о снижении кровенаполнения сосудов головного мозга [7].

При проведении факторного анализа показателей церебральной гемодинамики до погружения под воду было выделено три фактора. Первый фактор имел высокие факторные нагрузки по переменным: время распространения пульсовой волны, диастолический индекс, отношение амплитуды венозного и артериального компонента. Данный фактор характеризует величину тонуса и эластичности сосудистой стенки, состояние венозного оттока, а также величину общего сосудистого сопротивления суммарного кровенаполнения. Второй фактор описывает состояние венозного оттока, а также тонус сосудов головного мозга. В третий фактор вошел такой показатель, как частота сердечных сокращений. Первый фактор включал в себя показатели: реографический индекс, дикротический и диастолический индексы. Второй фактор имеет высокие факторные нагрузки по переменным: показатель венозного оттока. Третий фактор включал в себя частоту сердечных сокращений.

При проведении факторного анализа показателей церебральной гемодинамики до погружения под воду было выделено также три фактора. Первый фактор включал в себя показатели: реографический индекс, дикротический и диастолический индексы, а также отношение амплитуды венозного и артериального компонента. Данный фактор характеризует величину тонуса и эластичности сосудистой стенки, состояние венозного оттока, а также величину общего сосудистого сопротивления. Второй фактор имеет высокие факторные нагрузки по переменным: показатель венозного оттока. Третий фактор включал в себя частоту сердечных сокращений.

Результаты факторного анализа позволяют говорить о том, что функциональное состояние церебральной гемодинамики у детей при однократном погружении под воду с аквалангом является достаточно устойчивым.

Таким образом, все вышеизложенное несет в себе научную основу для реализации способа оценки влияния неблагоприятных факторов водной и газовой сред на мозговую гемодинамику. Разработанная математическая модель реографических показателей юных дайверов в начале обучения их дайвингу позволит сформировать соответствующую группу риска. Разработанные диагностические критерии изменения мозгового кровотока могут использоваться в рекреационном дайвинге для отбора и допуска детей к занятиям.

Выводы

1. Установлено, что факторный анализ позволяет выявить взаимосвязь между показателями центральной гемодинамики, а также влияние одних переменных на другие. Создана факторная модель состояния церебральной гемодинамики для оценки влияния занятий дайвингом на мозговой кровоток при занятиях детей дайвингом.

2. Исследования показали, что при однократном погружении под воду с аквалангом у детей 12-ти лет не отмечается изменения тонуса артерий крупного, среднего и мелкого калибра, признаков нарушения венозного оттока.

3. Результаты исследования показали, что метод РЭГ прост в применении, позволяет точно определять локализацию поражения сосудистого русла головного мозга, включая микроциркуляцию. Метод РЭГ может достаточно эффективно применяться для оценки функционального состояния кровообращения головного мозга у дайверов.

Список литературы

1. Аикин В.А., Елохова Ю.А., Поддубный С.К., Голубкова С.И. Изменение биоэлектрической активности головного мозга в тета- и дельта-диапазонах у юных дайверов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. - URL: <http://www.science-education.ru/110-9563> (дата обращения: 02.10.2013).
2. Аикин В.А., Елохова Ю.А., Поддубный С.К., Чернышева Ж.А. Особенности кровоснабжения головного мозга у детей при обучении их дайвингу // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 9 (103). – С. 7–11.
3. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней : руководство для врачей. – 4-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2011. – 488 с.
4. Маренко В.А., Дедюлина Н.В. Системный подход к статистическому анализу медицинской информации // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 10. – С. 45–48.
5. Ронкин М.А., Иванов Л.Б. Реография в клинической практике. – М. : МБН, 1997. – 403 с.

6. Методы статистической обработки медицинских данных: Методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников / сост.: А.Г. Кочетов, О.В. Лянг, В.П. Масенко, И.В. Жиров, С.Н. Наконечников, С.Н. Терещенко. – М. : РКНПК, 2012. – 42 с.
7. Шидловская Ю.А. Сравнительная характеристика показателей аудиометрии и реоэнцефалографии у больных с начальными и выраженными проявлениями вертебро-базиллярной недостаточности // Российская оториноларингология. – 2010. – № 1 (44). – С. 148–152.
8. Day C., Stolz U., Mehan T.J. Diving-related injuries in children <20 years old treated in emergency departments in the United States: 1990-2006 // Pediatrics. – 2008. – № 122 (2). – P. 388–394.
9. Muth C.-M., Tetzlaff K. Tauchen mit Kindern aus tauchmedizinischer Sicht // Caisson. – 2007. – № 4. – P. 34–36.
10. Richardson D. Children and diving: the recreational-diving training perspective / D. Richardson // SPUMS. – 2003. – V. 33, № 2. – P. 83–90.

Рецензенты:

Ляпин В.А., д.м.н., профессор кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Министерство спорта Российской Федерации, г. Омск.

Чернышев А.К., д.м.н., профессор кафедры детской хирургии, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омская государственная медицинская академия», Министерство здравоохранения Российской Федерации, г. Омск.