

Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный
научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации
Федерального медико-биологического агентства»
(ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России)

Индекс УДК 61:796/799
Регистрационный номер НИОКТР:
АААА-А20-120021990058-3

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
научной работе
ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России

_____ С.А. Парастаев

« ____ » _____ 2022 г.

Проект методических рекомендаций по критериям допуска к тренировочной
и соревновательной деятельности спортсменов после гипоксических и
травматических повреждений мозга с учетом вида спорта и спортивного
стажа

по теме:

Клинико-прогностическое значение особенностей нейрометаболического
каскада для развития отсроченных осложнений гипоксических и
травматических повреждений мозга у спортсменов»
(ШИФР: «Нейрокаскад-20»)
(промежуточный, подэтап 3.3)

Государственное задание ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России на 2022 год

Руководитель НИР,
ведущий научный сотрудник
организационно-исследовательского _____ С.О. Ключников
отдела, д.м.н., проф.

Москва 2022

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель темы:

Ведущий научный сотрудник
организационно-исследовательского
отдела ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России,
д.м.н., профессор

подпись, дата

С.О. Ключников

Ответственный исполнитель по теме:

Начальник организационно-
исследовательского отдела ФГБУ
ФНКЦСМ ФМБА России, к.м.н.

подпись, дата

В.С. Фещенко

Исполнители темы:

Главный научный сотрудник
организационно-исследовательского
отдела

подпись, дата

Б.А. Поляев

Врач по спортивной медицине отдела
медицинского обеспечения спортивных
сборных команд и соревнований

подпись, дата

М.С. Тарасова

Ведущий научный сотрудник
организационно-исследовательского
отдела

подпись, дата

И.Н. Митин

Врач невролог отделения спортивной
медицины ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА
России

подпись, дата

А.С. Никитин

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АКТУАЛЬНОСТЬ СОТРЯСЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЛЯ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ.....	6
2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ СПОРТ-АССОЦИИРОВАННЫХ СОТРЯСЕНИЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА	10
2.1 Анкетирование по Протоколу SCAT-5	10
2.2 Балансометрические исследования постуральных функций с помощью АПК «Постуральный баланс».....	11
2.3 Диагностика сотрясений головного мозга с помощью определения биомаркеров.....	11
3. ИТОГИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙРО-СПЕЦИФИЧЕСКИХ БЕЛКОВ У СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ	14
4. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА СЛУЧАЕВ СОТРЯСЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
БИБЛИОГРАФИЯ.....	39

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АС – американская стойка

ЕС – европейская стойка

ЗГ – закрытые глаза

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

НСБ – нейро-специфические белки

ОГ – открытые глаза

ПОЦМ – проекция общего центра массы тела

ССГМ - спорт-ассоциированные сотрясения головного мозга

ЦНС - Центральная нервная система

ЧМТ- Черепно-мозговая травма

AGTR1 – ангиотензин

AMPA - α -amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionic acid receptor (α -амино-3-гидрокси-5-метил-4-изоксазол пропионовой кислоты рецептор)

SCAT5 - Sport Concussion Assessment Tool – 5th edition (Стандартизованная система оценки спортсменов на сотрясение мозга - 5-е издание)

ВВЕДЕНИЕ

Одним из базовых вопросов, которые приходится решать врачам по спортивной медицине, является определение возможности допуска к тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов. К настоящему времени уже сформулированы критерии допуска спортсменов при различных заболеваниях и патологических состояниях, например, кардиологических, эндокринных, гематологических и др. Однако, особую сложность представляют спортсмены, перенесшие различные гипоксических и травматических повреждений мозга.

Необходимо учитывать, что наряду с трудностями объективной диагностики самих гипоксических и травматических повреждений мозга вследствие отсутствия убедительных и объективных диагностических методов и, соответственно, критериев допуска к тренировочно-соревновательной деятельности, большое влияние на течение периода восстановления и отдаленные исходы имеют вида спорта и спортивный стаж.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ СОТРЯСЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДЛЯ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

В последние годы пристальное внимание ученых и специалистов спортивной медицины во всем мире обращено к легкой черепно-мозговой травме или сотрясению головного мозга (ССГМ). Это состояние характеризуется временным нарушением функции нейронов, в первую очередь ретикулярной формации ствола головного мозга, обусловленным ликвородинамическим ударом и ротационным механизмом. Хотя в литературе используются термины «сотрясение» и «легкое травматическое повреждение мозга», СГМ может приводить к тяжелым последствиям.

При исследовании выявляется «нейро-метаболический каскад», включающий нарушения ионного обмена, метаболические нарушения и ряд патофизиологических событий. Не полностью восстановившиеся клетки мозга еще больше подвержены уязвимости после уже перенесенного сотрясения. Поврежденный мозг является менее чувствительным к физиологической нейронной активации. При этом чрезмерная когнитивная или физическая активность до полного восстановления может привести к длительной дисфункции. Доказано, что наличие в анамнезе спортсмена факта сотрясения головного мозга увеличивает риск повторного сотрясения в 2–5,8 раз.

Молодые спортсмены, для которых характерно незавершение процессов миелинизации нервной ткани, являются более восприимчивыми к ССГМ и имеют более длинный восстановительный период. Более молодой мозг может иметь меньшие когнитивные резервы, чем мозг взрослого. Расстройства настроения, уже существующие или как результат СГМ, затрудняют диагностику. Симптомы тревоги, депрессии или раздражительности выявляются в 17-46% случаев у молодых спортсменов при СГМ.

Проявления СГМ характеризуются значительной клинической вариабельностью и сложностью диагностики. В тоже время диагностика

должна быть проведена в кратчайшие сроки после травмы для принятия решения о возможности и сроках возвращении спортсмена «на поле».

Актуальность данного направления обусловлена еще несколькими обстоятельствами. В частности, специалистами спортивной медицины в последние годы достаточно активно обсуждаются вопросы не только по поиску объективных методов диагностики сотрясений головного мозга, но и по разработке методологии прогноза возникновения отсроченных осложнений. К числу последних специалисты зачастую относят такое состояние как хроническая ишемия мозга. Отметим неоднозначность диагностических критериев этого состояния и, соответственно, тактики ведения пациентов. Специалистами рассматривается как вариант отсроченного проявления в виде хронической травматической энцефалопатии - таупатия, ассоциированная с повторным или повторяющимися легкими ЧМТ и связанной с сотрясением мозга. Дискуссионными остаются и трактовки постконтузионного синдрома у спортсменов различного возраста.

Если хроническая ишемия мозга, как тяжелое и инвалидизирующее состояние исследуется специалистами спортивной медицины и неврологами, то на такое широко распространенное состояние как артериальная гипертония в виде отдаленного исхода сотрясений головного мозга, внимание ученых фокусируется в значительно меньшей степени. Хотя данная нозология рассматривается как одна из наиболее частых (вторая после трав) и значимых причин негативно, влияющих на здоровье и профессиональную карьеру спортсменов.

Отметим, что существующие сегодня общепринятые объективные методы диагностики ССГМ в силу целого ряда причин (удаленность соревнования, искажение спортсменами сведений о своем самочувствии и некоторые другие) не могут быть использованы в практике спортивной медицины при подозрении на ССГМ в первые часы и дни после события. При этом чувствительность даже современных модификаций КТ и МРТ при легких видах повреждений не позволяют подтвердить или полностью отвергнуть

такое состояние. Хотя значимость этих методов имеет принципиальное значение для дифференциальной диагностики более тяжелых нарушений при черепно-мозговых травмах, сопровождающихся соответствующей патоморфологической картиной, например, в виде выраженного отека ткани, кровоизлияний и других визуализируемых признаков.

Важное практическое значение имеет тот факт, что у большинства пациентов восстановление после легкой черепно-мозговой травмы происходит в короткие сроки – в течение 1-2 недель, поэтому они нередко не обращаются за медицинской помощью, либо наблюдаются в течение непродолжительного времени и приступают к работе. Однако у 5-20% лиц с такими повреждениями могут сохраняться изменения со стороны мозговых оболочек, артерий и вен, недостаточность функций вегетативных и неспецифических структур, выражающиеся в физических, когнитивных, эмоциональных и поведенческих расстройствах, которые носят название постконтузионного синдрома. Перенесение черепно-мозговой травмы является фактором риска гипертонической болезни, церебрального атеросклероза, усугубления течения других соматических и неврологических заболеваний. Важно отметить, что, так как отдаленные последствия черепно-мозговой травмы являются полифакторными состояниями, между степенью тяжести перенесенной травмы и состоянием больных на отдаленных этапах заболевания нет прямой зависимости.

Показано также, что среди пациентов, перенесших легкую черепно-мозговую травму, у 8% развивается инсульт в течение первых 5 лет наблюдения. Кроме того, было установлено наличие взаимосвязи между черепно-мозговой травмой и риском развития инсульта в ближайших период после травмы, который резко увеличивается при возникновении повторного повреждения на этапе восстановления мозговых структур. Особое значение это приобретает в спорте при многочисленных микроповреждениях головного мозга в контактных видах спорта. При этом практически остается не

выясненной патофизиологической роль гипоксических факторов без явных нарушений со стороны нейроваскулярных структур.

Это предопределяет актуальность поиска и разработки методов оперативной диагностики легких повреждений головного мозга, что крайне необходимо для определения объективных критериев по допуску к тренировочной и соревновательной деятельности конкретного спортсменов и формирования последующей коррекции в тактике подготовки спортсмена и организации необходимых лечебных и реабилитационных мероприятий.

2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ СПОРТ-АССОЦИИРОВАННЫХ СОТЯСЕНИЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

2.1 Анкетирование по Протоколу SCAT-5

К общепринятым в мировой практике спортивной медицины методам диагностики ССГМ относится анкетирование по протоколу SCAT-5 (Sport Concussion Assessment Tool – 5th Edition), как механизму определения сотрясения мозга в спорте, включающего в себя перечень вопросов, ответы на которые позволяют оценить наличие и выраженность неврологической симптоматики, состояние когнитивной функции у спортсмена.

Анализу использования данного инструмента посвящены многочисленные аналитические обзоры и мета-анализы на ресурсах Pubmed и Web of Science. Опубликованные материалы свидетельствуют о достаточно активном применении протокола SCAT-5 в различных видах спорта, причем многие ассоциации и спортивные федерации рассматривают его как достаточно надежное средство в решении возникающих юридических и организационно-экономических вопросов, в первую очередь, в профессиональном спорте.

Наряду с этим протокол SCAT-5 – это прежде всего анкетирование, на вопросы которого отвечает сам спортсмен, что априори предопределяет существенную степень субъективизма получаемой оценки. Ведь спортсмен, после произошедшего случая сотрясения головного мозга, тем более что профессиональный спортсмен, для которого принципиально важно, в первую очередь, его игровое расписание и риск экономических потерь из-за пропусков по состоянию здоровья.

В ниже следующем материале будут представлены итоги анкетирования по протоколу СКАТ-5 у спортсменов исходно и в динамике спортивно-тренировочной деятельности в комплексе с дополнительными методами диагностики, в частности, балансометрические исследования постуральных

функций и иммуноферментный анализ содержания глутамат-связанных нейро-специфических белков.

2.2 Балансометрические исследования постуральных функций с помощью АПК «Постуральный баланс».

В настоящее время общепринятые методики и принципы стабилметрической и балансометрической диагностики в спортивной медицине являются основными диагностическими инструментами функциональных постуральных асимметрий у спортсменов. Оценка постурального баланса позволяет выявить физиологические различия между влиянием вида спорта и физической нагрузки, ведущих к нарушению постуральной системы управления.

Исследование проводилось с соответствии с методическими рекомендациями «Методика оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера)», 2020 г. Использовались балансометрические тесты: европейская и американская стойки, стойка на одной ноге, тандемные стойка и подхода с последующим анализом таких параметров, как площадь, скорость и длина проекции общего центра масс, средние скорости и отклонения по осям X и Y.

2.3 Диагностика сотрясений головного мозга с помощью определения биомаркеров

Передача импульсов между нейронами осуществляется путем изменения трансмембранного электрического потенциала с участием ионных каналов и глутаматных рецепторов. Активация глутаматных рецепторов приводит к открытию ионных каналов, градиентному току ионов и деполяризации мембраны нейрона. Глутаматные рецепторы участвуют в большинстве возбуждающих импульсов головного мозга и играют ключевую

Изучение возможности определения уровня АМРА пептида в крови в комплексной диагностике ЧМТ, наряду с нейрокогнитивным тестированием и нейровизуализацией (МРТ, КТ), было проведено в США в рамках проспективного пилотного исследования с участием спортсменов. В исследовании приняли участие 84 легкоатлетов с наличием ЧМТ и ее отсутствием (56 мужчин, 28 женщин).

Результаты исследования показали, наряду со сниженными значениями оценок визуальной памяти и индекса когнитивной эффективности у спортсменов с сотрясениями выявлены повышенные концентрации нейробелка АМРА пептида в плазме крови. Установлено наличие умеренной корреляции между повышенными значениями уровня этого маркера у лиц с сотрясениями и ухудшением оценок визуальной памяти и индекса когнитивной эффективности.

Таким образом, выполненные пилотные исследования, направленные на изучение уровня АМРА пептида в крови у лиц, перенесших легкую ЧМТ (ССМГ), позволяют предположить эффективность данного диагностического метода для выявления наличия повреждений ткани головного мозга в результате «легких» травм головы. Разработка данного диагностического метода может иметь перспективы применения в качестве скрининговой оценки перенесенных ЧМТ на догоспитальном этапе с целью выявления пациентов, нуждающихся в дополнительном обследовании и лечении.

3. ИТОГИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙРО-СПЕЦИФИЧЕСКИХ БЕЛКОВ У СПОРТСМЕНОВ СПОРТИВНЫХ СБОРНЫХ КОМАНД РОССИИ

Сотрудниками научного отдела ЦСМ ФМБА России за последние годы накоплен определенный опыт по анализу уровня НСБ у спортсменов в различных видах спорта: единоборства, вольная борьба, бокс, сумо, сноуборд и др. Предварительные итоги результатов свидетельствуют о том, что для профессиональных спортсменов вне соревновательного этапа (при проведении УМО) характерен более высокий уровень белков в крови по сравнению с нормой, причем наиболее высокие показатели (NR2) были определены у самбистов (в т.ч. боевое самбо) (рис 2).

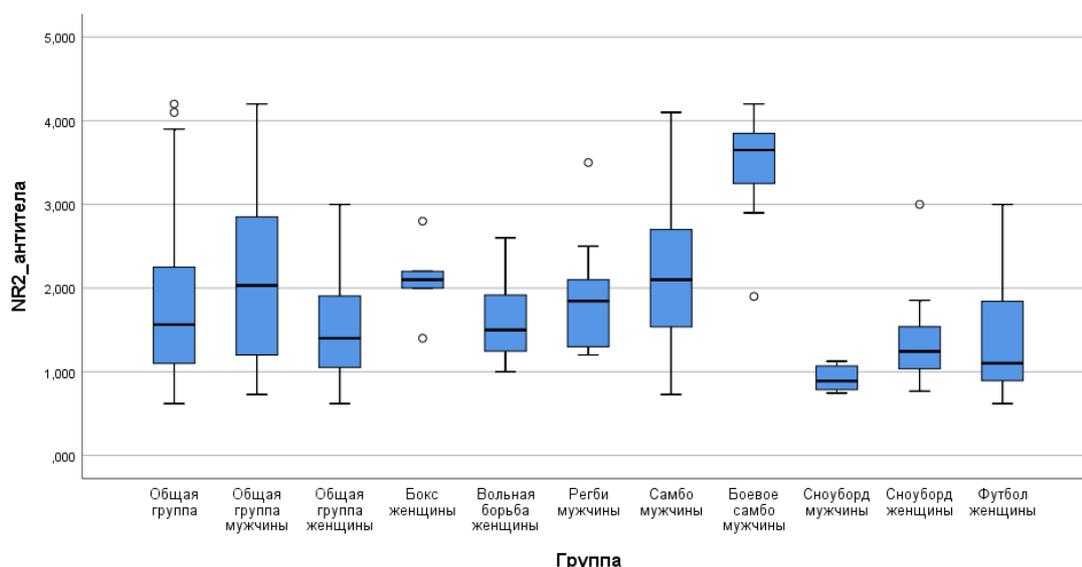


Рис 2 – Содержание нейро-специфических белков (NR2) в крови спортсменов спортивных сборных команд России в различных видах спорта.

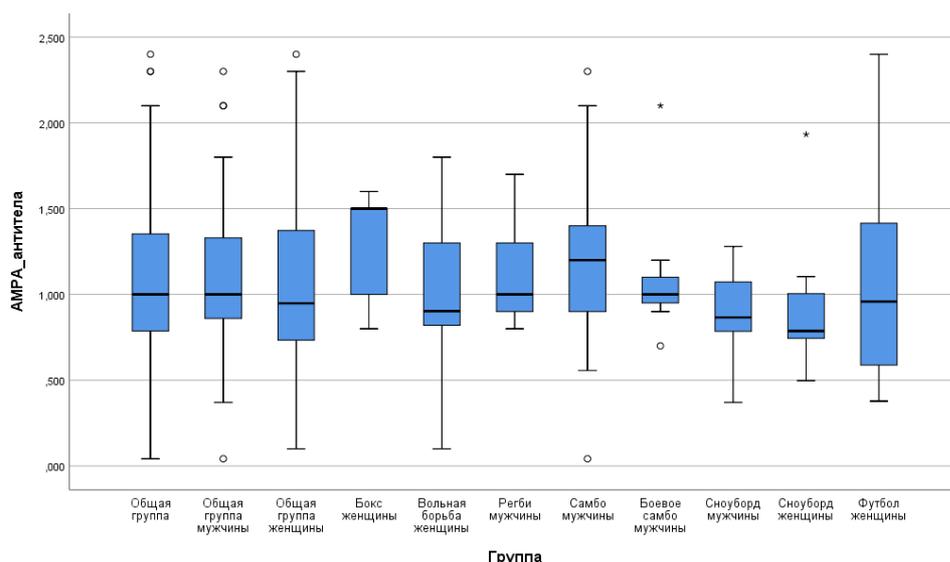


Рис 3 – Содержание нейро-специфических белков (AMPA) в крови спортсменов спортивных сборных команд России в различных видах спорта

К показателям, характеризующим процессы нейро-метаболического каскада, относится большое количество нейро-белков, медиаторов, рецепторов. Особое место в этих достаточно сложно организованных процессах нейро-метаболических связей, реализующихся в нормальных физиологических условиях или при возникновении каких-либо патологических процессов (гипоксия, травма, химические воздействия и пр.) занимают рецепторные нейро-специфические глутамат-связанные белки.

В литературе последних лет активно обсуждается роль глутаматных рецепторов в патофизиологических механизмах формирования различных нозологических форм и патологических состояний. Среди них острые инсульты, ишемии мозга, нейро-дегенеративные состояния, травмы мозга и другие. Было показано, что содержание некоторых биомаркеров – нейро-специфических белков NR2 и AMPA, достаточно надежно коррелирует с развитием такого тяжелого и угрожающего жизни состояния как инсульт.

Высокий риск нарушений со стороны нервной системы, характерный для профессиональных спортсменов, обусловлен влиянием частых/периодических и значительных воздействий в виде ликвородинамических воздействий, гипоксических и/или гипоксически-

травматических факторов, что может сопровождаться определенными трансформациями на уровне функционирования нервных клеток, проявляясь увеличением уровня нейро-специфических белков и маркеров эндотелиальной дисфункции [Bryan MA, et al, 2016; Oliver, J.M., et al, 2018; LaRocca, D., et al, 2018].

Изменения в содержании глутамат-связанных нейро-специфических белков и их антител могут зависеть от степени и характера (удар, падение, резкая ротация головы/тела) повреждающего воздействия, вида спорта и возрастных особенностей спортсмена. Данное положение было продемонстрировано в исследовании, проведенном у спортсменов, представляющих американский футбол [Dambinova SA, et al, 2013].

В настоящее время нами проведены исследования у спортсменов-мужчин в команде регби. Обследовано 34 спортсмена, из которых у 6 из них удалось провести исследования в динамике – до и после игры. По средним значениям НСБ обследованные регбисты не отличались от нормы. У 5 регбистов исходный уровень показателей белков соответствовал верхней границе нормы. Кроме того, у 3 спортсменов зафиксированы превышения значений НСБ, что требует индивидуального анализа анамнеза и клинических особенностей у каждого спортсмена. При этом при исследовании в динамике у них была отмечена тенденция к повышению значений НСБ после проведенной игры, хотя данные и оставались в допустимых для нормы диапазонах, отражая индивидуальные особенности каждого регбиста.

Наряду с этим необходимо обратить внимание на то, что традиционно видами спорта с наиболее высоким риском СГМ являются такие виды, как американский футбол, бокс и регби. Проведенный нами анализ показал, что почти в 30 видах спорта, включенных в электронную базу МИАС, регистрируются случаи СГМ. Наиболее часто, наряду с регби, фигурируют зимние виды спорта, такие как сноуборд, фристайл, бобслей, санный спорт, хоккей. Целесообразно отметить также конный спорт и фехтование, в которых у спортсменов достаточно часто регистрируются СГМ, однако в научной

литературе практически нет сведений об итогах специальных исследований у данного контингента спортсменов.

Безусловно, механизмы возникновения травмы головы в виде СГМ в различных видах спорта различаются, как, в последних примерах, в конном спорте и фехтовании. Однако патоморфологический субстрат СГМ, в конечном счете, реализуется посредством нейро-метаболического каскада, реализация и последствия которого в каждом конкретном случае зависят целого ряда факторов, в первую очередь, от индивидуальных особенностей конкретного спортсмена.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА СЛУЧАЕВ СОТРЯСЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ

При анализе данных базы МИАС было отмечено, что во всех случаях регистрация сотрясения головного мозга проводилась только на основании данных анамнеза и со слов самих спортсменов. При этом сроки сотрясений могли варьировать от нескольких дней до нескольких месяцев, что определялось, в большей мере, расписанием прохождения УМО, а не необходимостью объективной оценки состояния здоровья получившего травму спортсмена.

Основные диагнозы были зарегистрированы только в виде двух вариантов: последствие ЗЧМТ: Сотрясение головного мозга от «xxxx» года или ЗЧМТ, сотрясения головного мозга. Только в нескольких случаях был выставлен предварительный диагноз в виде закрытая черепно-мозговая травма: ушиб головного мозга. Несомненно, подобная ситуация негативно отражается как на качестве диагностики сотрясений головного мозга, так и на своевременности и опять же на качестве оказываемой медицинской помощи, что, в конечном счете, может неблагоприятно отразиться не только на здоровье самого спортсмена, увеличивая риск отсроченных осложнений, но и реально становится препятствием для дальнейшей успешной профессиональной карьеры спортсмена.

Опыт комплексной оценки итогов анкетирования по протоколу SCAT-5, балансометрических исследований и определения содержания глутамат-содержащих нейро-специфических белков могут быть проиллюстрированы следующими клиническими примерам наблюдения за спортсменами-регбистами.

1. Спортсмен Владимир А.

В ближайший период времени у данного спортсмена травмы (в частности, сотрясений головного мозга) не происходили. Тем не менее в настоящее время спортсмен отмечает:

- Трудности с запоминанием (выраженность 2 из 6)
- Проблема с засыпанием (выраженность 2 из 6)

На основании проведенного теста кратковременной памяти получен результат - ниже среднего.

Спортсмен не способен выполнять полный объем пассивных движений без болевых ощущений в шейном отделе позвоночника.

При обследовании у спортсмена зарегистрированы «Ошибки баланса» в стойках:

- на одной ноге (глаза закрыты) – 6 из 10,
- тандемная (глаза закрыты) – 4 из 10.

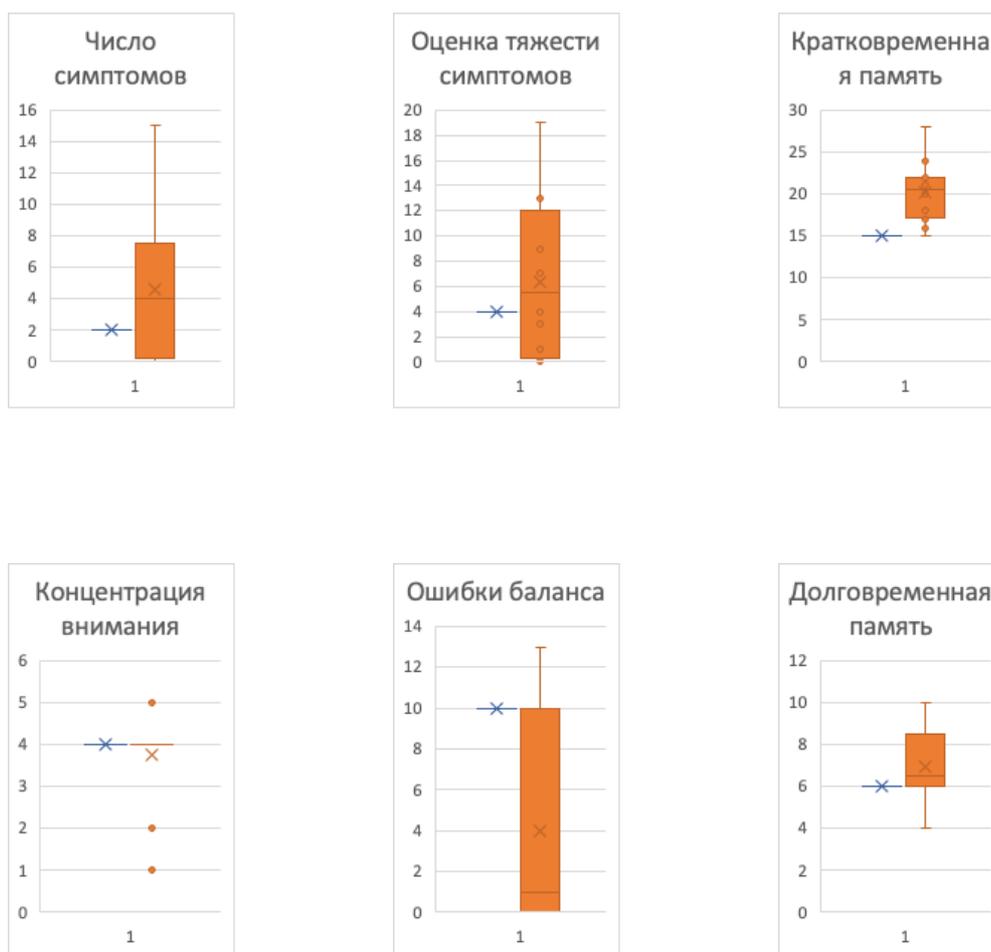


Рис 4 – Индивидуальные результаты параметров при проведении тестирования СКАТ5 у спортсмена-регбиста.

По итогам биохимического исследования содержания нейроспецифических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 0,6.

AMPA АНТИТЕЛА нг/мл – 0,3

Данные значения соответствовали нормальным уровням нейроспецифических белков.

2. Спортсмен Александр Д. (регби)

В анамнезе был госпитализирован в связи с травмой головы. В настоящее время спортсмен отмечает:

- Головная боль (выраженность 1 из 6)
- Боль в шее (выраженность 2 из 6)
- Плохое самочувствие (выраженность 1 из 6)
- Усталость, упадок сил (выраженность 1 из 6)
- Сонливость (выраженность 1 из 6)
- Проблема с засыпанием (выраженность 1 из 6).

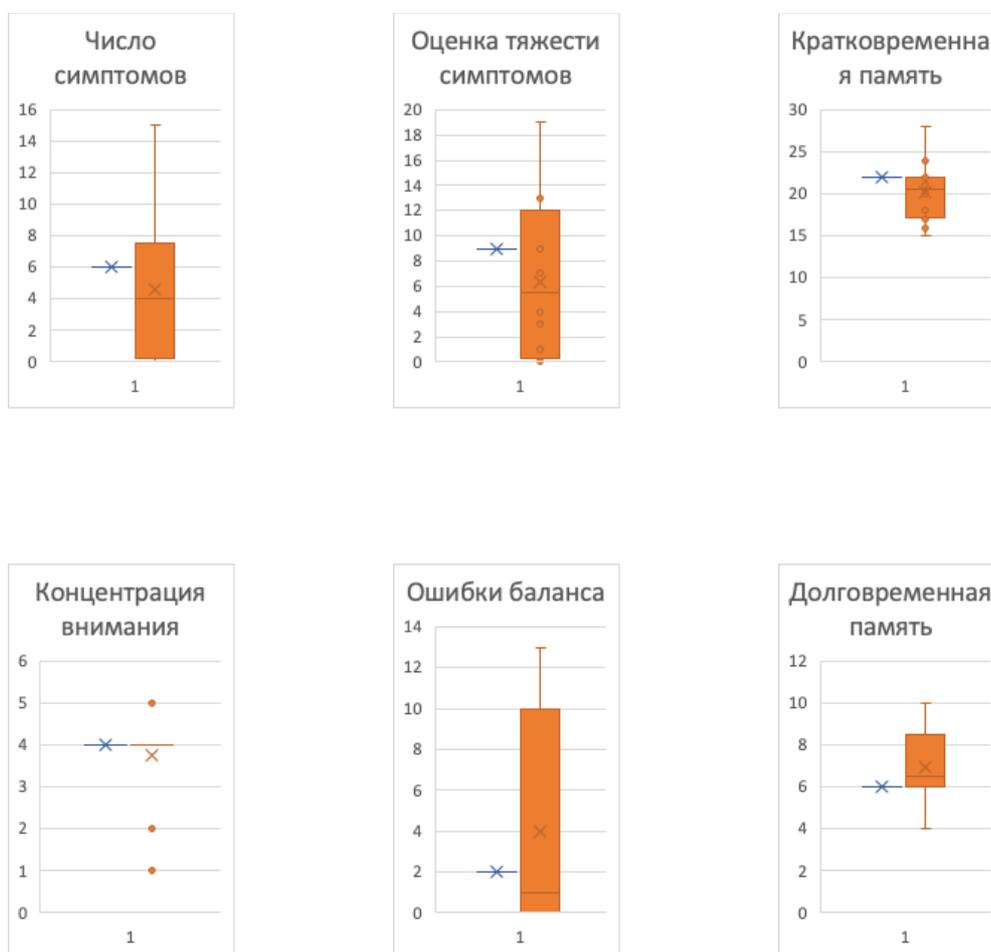


Рис 5 – Индивидуальные результаты параметров при проведении тестирования СКАТ5 у спортсмена при наличии в анамнезе перенесенной травмы.

По итогам биохимического исследования содержания нейро-специфических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 1,85.

АМРА АНТИТЕЛА нг/мл – 0,8

Данные значения соответствовали нормальным уровням нейро-специфических белков, однако значение для NR2 соответствовали верхней границе нормы.

3. Спортсмен Дмитрий Д.

В настоящее время при осмотре спортсмен отмечает:

- Боль в шее (выраженность 1 из 6)
- Усталость, упадок сил (выраженность 1 из 6)
- Сонливость (выраженность 1 из 6)

Результат теста кратковременной памяти – ниже среднего.

Результат теста на концентрацию внимания – выше среднего.

Результат теста долговременной памяти – ниже среднего.

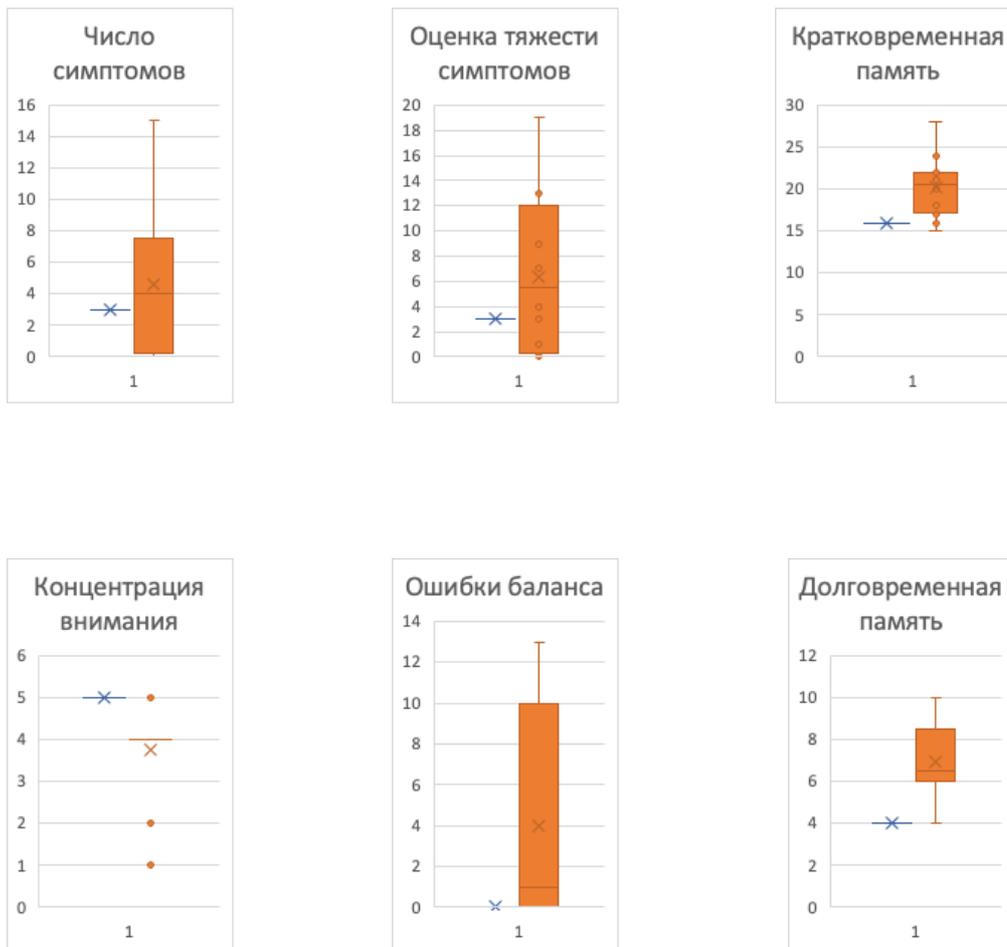


Рис 6 – Индивидуальные результаты параметров при проведении тестирования СКАТ5 у спортсмена при наличии в анамнезе перенесенной травмы.

По итогам биохимического исследования содержания нейроспецифических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 1,85.

AMPA АНТИТЕЛА нг/мл – 0,8

Данные значения соответствуют нормальным уровням нейроспецифических белков.

4. Спортсмен Александр И. (регби)

Спортсмен ранее был госпитализирован с травмой головы в 2013 г., период восстановления составил со слов спортсмена 10 дней. Ранее была диагностирована головная боль или мигрень, по поводу чего проводилось амбулаторное лечение.

В настоящий момент спортсмен отмечает следующие жалобы:

- Головная боль (выраженность 1 из 6)
- Боль в шее (выраженность 2 из 6)
- Нарушение равновесия (выраженность 2 из 6)
- Плохое самочувствие (выраженность 1 из 6)
- Трудности с запоминанием (выраженность 2 из 6)
- Усталость, упадок сил (выраженность 1 из 6)
- Сонливость (выраженность 2 из 6)
- Повышенная эмоциональность (выраженность 1 из 6)
- Проблема с засыпанием (выраженность 1 из 6)

Все перечисленные симптомы усиливаются у спортсмена при физической нагрузке. В данный момент спортсмен не способен выполнять полный объем пассивных движений без болевых ощущений в шейном отделе позвоночника.

При исследовании были зарегистрированы «Ошибки баланса» в стойках:

- на одной ноге (глаза закрыты) – 7 из 10
- тандемная (глаза закрыты) – 3 из 10.

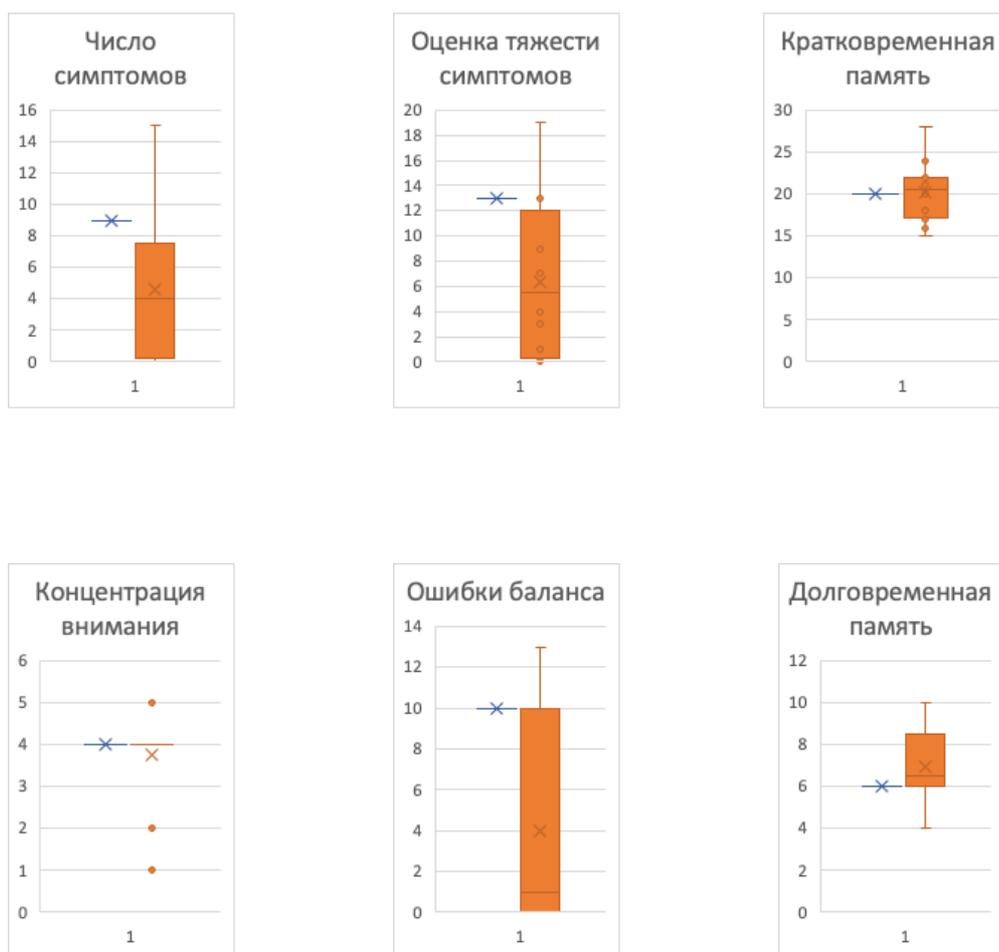


Рис 7 – Индивидуальные результаты параметров при проведении тестирования СКАТ5 у спортсмена при наличии в анамнезе перенесенной травмы ГМ.

По итогам биохимического исследования содержания нейроспецифических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 1,6.

AMPA АНТИТЕЛА нг/мл – 1,4

Данные значения соответствовали нормальным уровням нейроспецифических белков, однако значение для AMPA антител соответствовало верхней границе нормы, что не позволяет исключить травмы головного мозга в виде сотрясения, произошедшей в отдаленный временной период.

5. Спортсмен Данила К.

Спортсмен был госпитализирован с травмой головы год назад. При этом период восстановления (со слов самого спортсмена) занял всего 4 дня.

В настоящее время по итогам теста кратковременной памяти – результат был ниже среднего. По итогам теста на концентрацию внимания – результат также был ниже среднего.

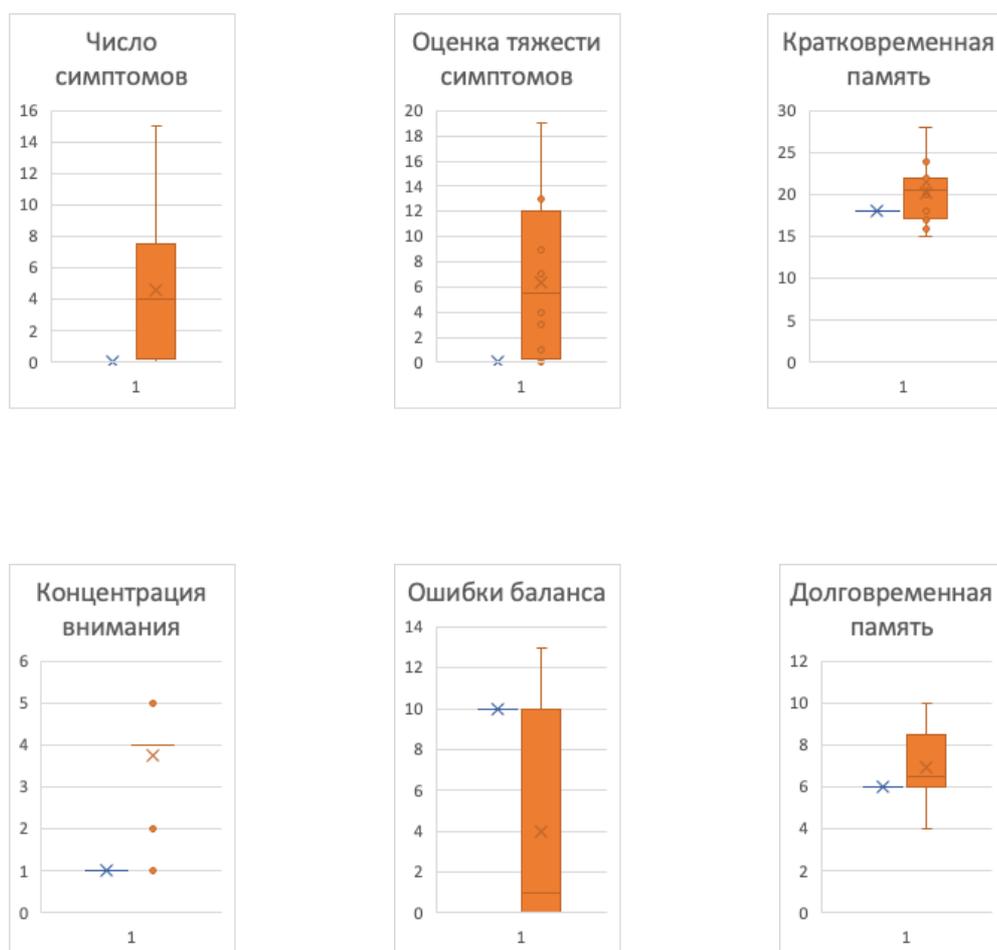


Рис 8 – Индивидуальные результаты параметра «число симптомов» при проведении тестирования SKAT5 у спортсмена при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

При проведении тестирования были выявлены следующие «Ошибки баланса» в стойках:

- на одной ноге (глаза закрыты) – 8 из 10
- тандемная стойка (глаза закрыты) – 2 из 10.

По итогам биохимического исследования содержания антител нейроспецифических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 1,4.

АМРА АНТИТЕЛА нг/мл – 1,1.

Данные значения соответствовали нормальным уровням нейроспецифических белков, что позволяет предположить благополучное течение восстановительного периода при произошедшем ранее эпизоде сотрясения головного мозга.

6. Спортсмен Никита П. (регби)

Спортсмен был госпитализирован с травмой головы два года назад, период восстановления занял 7 дней. В настоящий момент при обследовании спортсмен отмечает следующие жалобы:

- Головокружение (выраженность 1 из 6)
- Помутнение зрения (выраженность 1 из 6)
- Чувствительность к шуму (выраженность 2 из 6)
- Плохое самочувствие (выраженность 1 из 6)
- Трудности с запоминанием (выраженность 4 из 6)
- Усталость, упадок сил (выраженность 1 из 6)
- Сонливость (выраженность 1 из 6)
- Раздражительность (выраженность 2 из 6)

По итогам теста кратковременной памяти – результат выше среднего.

По итогам теста на концентрацию внимания – результат ниже среднего.

По итогам теста долговременной памяти – результат выше среднего.

При проведении тестирования в настоящее время спортсмен:

- не способен выполнять полный объем ПАССИВНЫХ движений без болевых ощущений в шейном отделе позвоночника;
- спортсмен не может без двоения в глазах переводить взгляд из стороны в сторону и сверху вниз, не двигая головой и шеей.
- спортсмен не смог выполнить тест тандемной ходьбы.

При тестировании были зарегистрированы «Ошибки баланса» в стойках: на одной ноге (глаза закрыты) – 3 из 10.

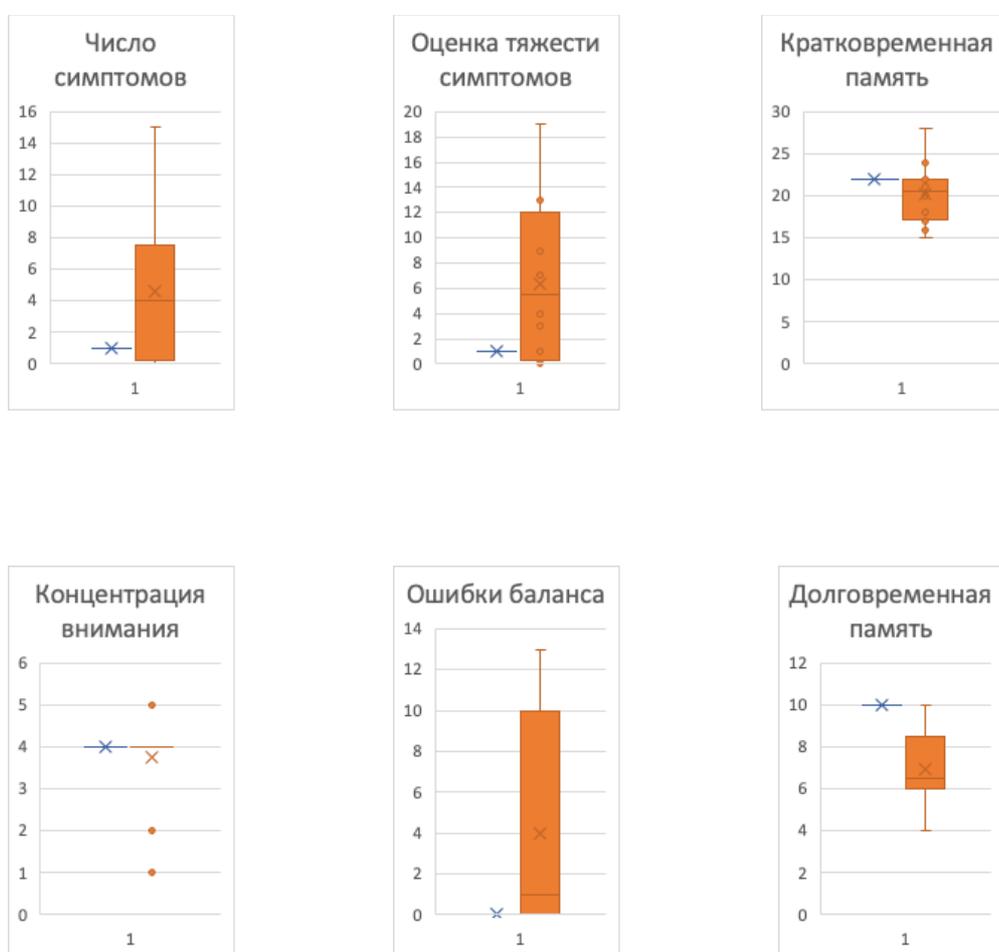


Рис 9 – Сравнение параметров при проведении тестирования SKAT5 у спортсмена при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

По итогам биохимического исследования содержания нейро-

специфических белков у данного спортсмена установлены следующие значения:

NR2 АНТИТЕЛА нг/мл – 1,2.

АМРА АНТИТЕЛА нг/мл – 1,0.

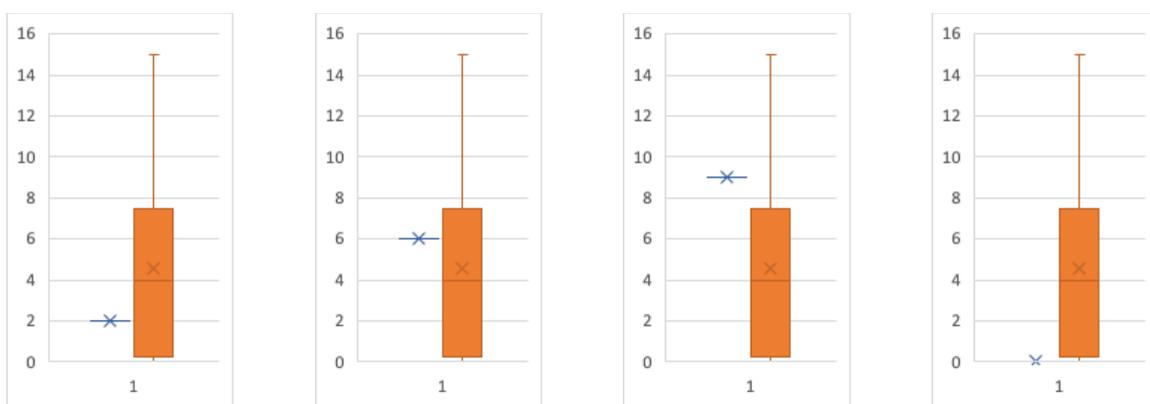
Данные значения соответствовали нормальным уровням нейро-специфических белков. Незначительные признаки, зарегистрированные при анкетировании по протоколу СКАТ-5 и нормальные значения -белков, позволяют предположить о благоприятном течении восстановительного периода и минимальном риске отсроченных осложнений после перенесенного СГМ.

Таким образом, вышеприведенные клинические примеры убедительно свидетельствуют о значительных различиях в результатах исследуемых при тестировании параметрах, несмотря на то что все указанные спортсмены являются действующими игроками основного состава. Это свидетельствует, с одной стороны, об больших адаптационных возможностях профессиональных спортсменов, и в тоже время, с другой стороны, - о принципиальной, предопределяющей роли индивидуальных компенсаторных возможностей, позволяющих даже при возникновении спортивной травмы в кратчайшие сроки возвращаться к игровой практике.

Признаем при этом, что объективной оценки, свидетельствующей о полном восстановлении здоровья каждого конкретного спортсмена в ближайший период времени после возникших травм, не проводилось ни в команде, ни в медицинских учреждениях, ограничиваясь только словесной информации от самого спортсмена о его самочувствии. Безусловно, отсутствие объективной информации существенно увеличивает риск гиподиагностики СГМ, что может иметь негативные последствия для организма спортсмена. В частности, достаточно хорошо известно, что возникновение повторной травмы ГМ, даже при нерезко выраженном её характере, чревато формированием отсроченных осложнений, палитра

которых чрезвычайно широка, от нарушений сна и быстрой утомляемости, до формирования конкретных заболеваний, таких как артериальная гипертония и хроническая ишемия мозга.

Для иллюстрации индивидуальной реакции спортсменов на произошедшую травму целесообразно представить сравнительный анализ отдельных параметров. На рисунках 7 и 8 показаны различия в таком параметре теста по протоколу СКАТ5 как число и тяжесть симптомов у четырех спортсменов-регбистов.



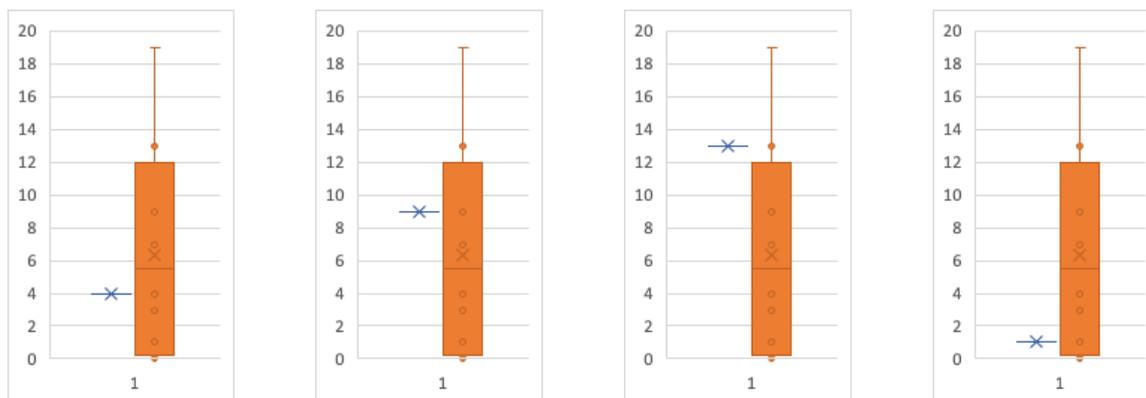
спортсмен № 1

спортсмен № 2

спортсмен №4

спортсмен № 6

Рисунок 10 – Сравнение параметра «число симптомов» при проведении тестирования СКАТ5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.



спортсмен № 1

спортсмен № 2

спортсмен №4

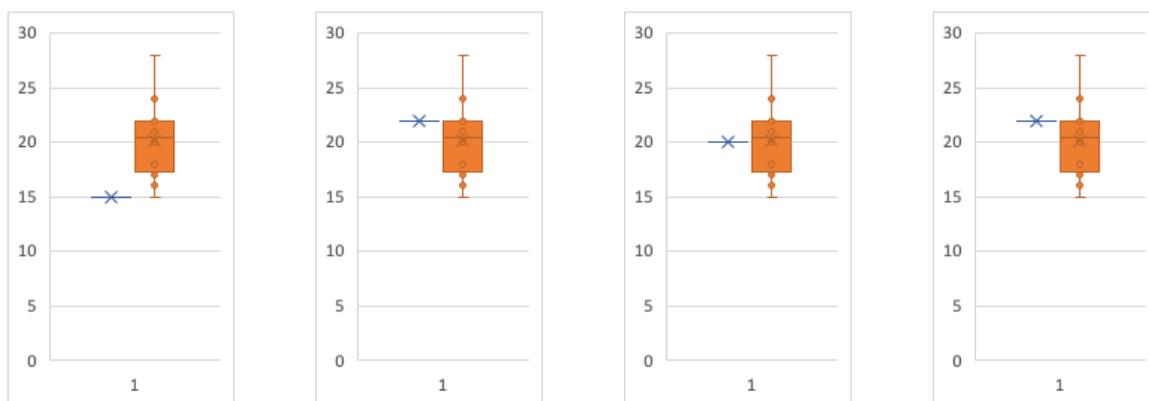
спортсмен №

Рисунок 11 – Сравнение параметра «тяжесть симптомов» при проведении тестирования SKAT5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

На очевидную субъективность оценки указывает тот факт, что именно у спортсмена № 4 было зарегистрировано как наименьшее число симптомов, так и степень их тяжести, при наличии травмы в анамнезе, а также и не оптимальных итогов тестирования. В частности, спортсмен был не способен выполнять полный объем пассивных движений без болевых ощущений в шейном отделе позвоночника; предъявлял жалобы на двоения в глазах при переводе взгляда из стороны в сторону и сверху вниз, при фиксации головы и шеи, при этом не смог выполнить тест тандемной ходьбы.

Каковы же были сравнительные результаты других параметров, полученных при тестировании SKAT5?

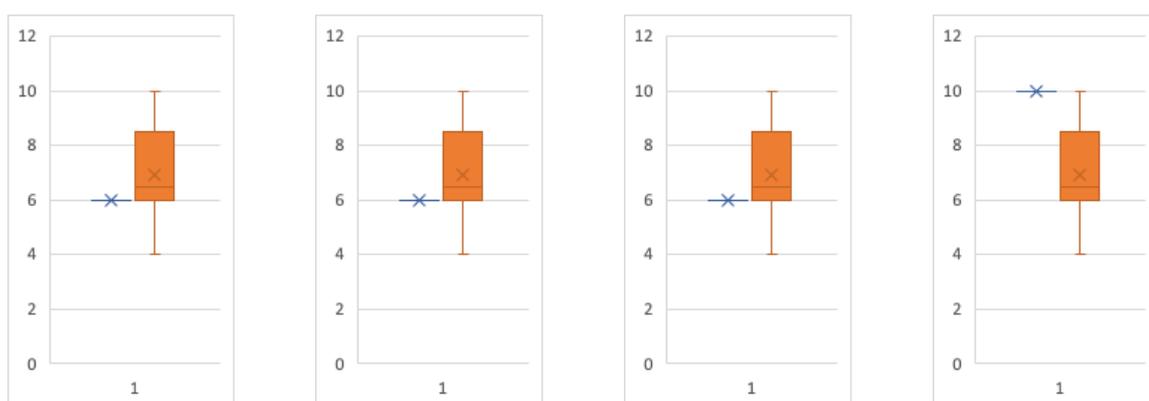
Как показано на рисунке 9, при анализе такого параметра как «Кратковременная память» установлено, что результаты теста у спортсменов варьируют в очень больших диапазонах – от минимальных значений, характерных для группы в целом, до практически максимальных, приближаясь к предельным величинам.



спортсмен № 1 спортсмен № 2 спортсмен №4 спортсмен № 6

Рис 12 – Сравнение параметра «Кратковременная память» при проведении тестирования СКАТ5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

На ниже следующем рисунке 10 представлены сравнительные данные результатов анкетирования по протоколу СКАТ-5 по параметру «Долговременная память».

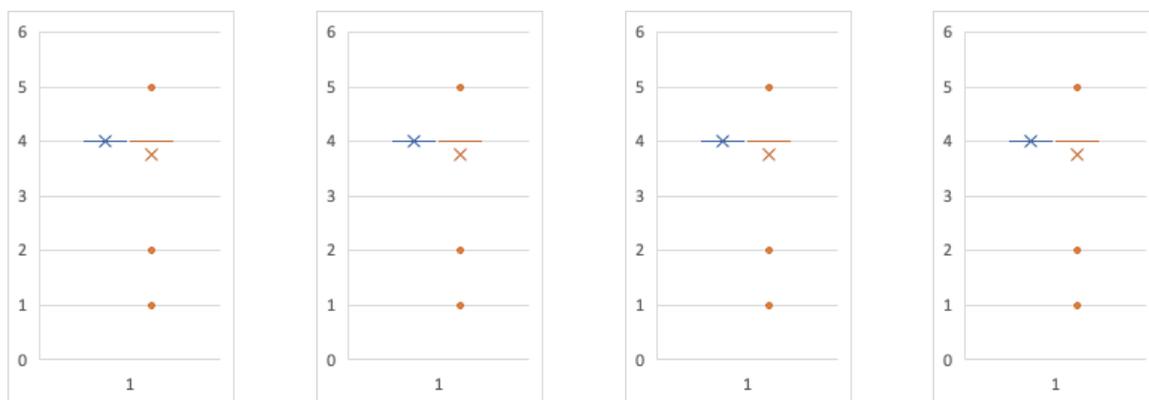


спортсмен № 1 спортсмен № 2 спортсмен №4 спортсмен № 6

Рис 13 – Сравнение параметра «долговременная память» при проведении тестирования СКАТ5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

Для параметра «Долговременная память» была выявлена несколько иная картина. Практически все из включенных в сравнение спортсмена (т.е. 3 и 4-х) имели итоги тестирования на нижней границе величин, характерных для группы спортсменов-регбистов, тогда как у одного спортсмена результат теста на долговременную память соответствовал максимальному значению из общего числа для данной группы спортсменов.

Для параметра «Концентрация внимания», несмотря на определенный разброс значений, характерный для группы спортсменов-регбистов, все включенные в сравнительный анализ спортсмены продемонстрировали абсолютно идентичный результат. Вероятно, данный параметр «концентрация внимания» может отражать определенную и важную специфичность для указанного вида спорта. Однако для подтверждения данного предположения необходимы целенаправленные исследования с использованием протокола СКАТ5 для иных видов спорта, возможно, индивидуальных или даже групповых видов, тренирующих других качества, например, выносливость, быстроту реакции и т.д.



спортсмен № 1

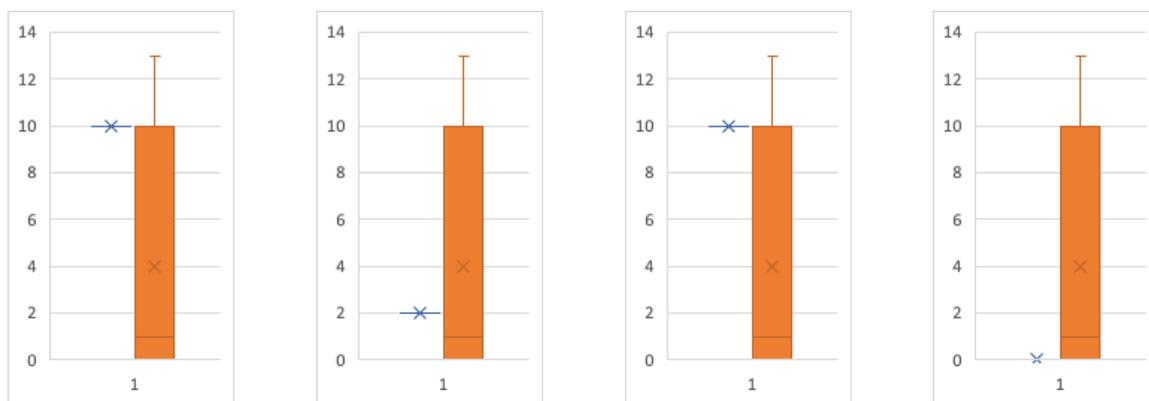
спортсмен № 2

спортсмен №4

спортсмен № 6

Рисунок 14 – Сравнение параметра «концентрация внимания» при проведении тестирования СКАТ5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

На последующих диаграммах (рисунок 12) приведены итоги сравнительного анализа у четырех спортсменов-регбистов при наличии в анамнезе сотрясения головного мозга по параметру «ошибки баланса».



спортсмен № 1 спортсмен № 2 спортсмен № 4 спортсмен № 6

Рисунок 15 – Сравнение параметра «ошибки баланса» при проведении тестирования СКАТ5 у спортсменов при наличии в анамнезе перенесенный травмы ГМ.

Наряду с вышеизложенным стоит отметить, что по параметру «ошибки баланса» отобранная группа спортсменов существенно различалась, демонстрируя как наиболее низкие для группы значения, так и максимально возможные. Можно предположить, что именно «ошибки баланса» в наибольшей степени отражают индивидуальные особенности у конкретного спортсмена в момент проведения исследования, что косвенно подтверждается и различиями в содержании нейро-специфических белков.

Итоги определения содержания глутамат-связанных нейро-специфических белков NR2 и AMPA у этих спортсменов были следующими (табл. 1):

Таблица 1 – Результаты определения содержания в крови нейро-специфических белков у спортсменов-регбистов.

спортсмен показатель	№1	№2	№4	№6	Норма
NR2	0,68	1,86	1,6	1,2	до 2,0
AMPA	0,3	0,8	1,4	1,0	до 1,5

Проведенный сравнительный анализ итогов анкетирования по протоколу СКАТ-5 спортсменов-регбистов свидетельствует об определенных различиях в результатах между спортсменами с наличием в ближайшем анамнезе ЧМТ в виде сотрясений головного мозга и спортсмена, не имеющих данных событий. В частности, по таким признакам как число симптомов и тяжесть симптомов диапазоны значений значительно превышали аналогичные в группе сравнения. По таким признакам как оценка ориентации, концентрация внимания и кратковременная память различия между группами практически отсутствовали.

Существенные различия были зарегистрированы для такого параметра как долговременная память. Причем необходимо обратить внимание на тот факт, что для данного параметра при диапазоне значений близком к таковому в группе сравнения, абсолютные значения оказались практически в два раза меньше при наличии СГМ в анамнезе. Отличительной особенностью этой группы спортсменов были и результаты оценки по параметру «ошибки баланса» - средние значения в группах были практически идентичные, но диапазон значений при наличии СГМ в анамнезе был существенно меньше.

К причинам отсутствия статистически достоверной разницы между анализируемыми параметрами, вероятно, можно отнести колоссальные индивидуальные особенности спортсменов при достаточно большой доле субъективности при их ответах на вопросы анкет по протоколу СКАТ-5. Для оптимизации таких диагностических подходов и последующей интерпретации результатов целесообразно, с одной стороны, проведение мониторинга за

состоянием здоровья спортсмена с периодической сравнительной оценкой по данному протоколу, с другой стороны, необходимо получение дополнительной информации, полученной с помощью объективных методов, возможно, инструментальных, функциональных и/или лабораторных. Комплексная оценка их результатов может позволить сформировать оптимальный алгоритм тактики ведения спортсменов при риске сотрясений головного мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для профессиональных спортсменов характерен высокий риск нарушений со стороны нервной системы, который обусловлен влиянием частых (периодических) и значительных воздействий в виде ликвородинамического каскада, гипоксических и/или гипоксически-травматических факторов, что может сопровождаться определенными трансформациями на уровне функционирования нервных клеток, проявляясь увеличением уровня нейро-специфических белков и маркеров эндотелиальной дисфункции, клинически сопровождаясь при этом различными по характеру и степени выраженности когнитивными изменениями. Различия в увеличении уровня самих белков и их антител могут зависеть от степени и характера (удар, падение, резкая ротация головы/тела) повреждающего воздействия, вида спорта и возрастных особенностей спортсмена.

Таким образом, вышеизложенные материалы о результатах анкетирования по протоколу СКАТ5, балансометрических исследований постуральных функций, а также определение содержания нейро-специфических белков наглядно свидетельствуют о принципиальном значении индивидуальной оценки у спортсменов, имеющих в анамнезе факты травматизации, например, сотрясений головного мозга, в некоторых случаях даже потребовавших госпитализации.

Предварительные результаты позволяют рассматривать комплексное обследование спортсменов по протоколу СКАТ-5, постуральных исследований и определения уровню глутамат-содержащих нейро-специфических белков в качестве основных методических подходов при формировании объективных критериев по допуску к тренировочной и соревновательной деятельности конкретного спортсменов после гипоксических и травматических повреждений мозга, с учетом вида спорта и спортивного стажа, а также формирования последующей коррекции в тактике

подготовки спортсмена и организации необходимых лечебных и реабилитационных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Гусев Е.И., Скворцова В.И. Ишемия головного мозга. М: Медицина. 2001; 328.
2. Методические рекомендации «Методика оценки постурального баланса спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации с использованием экспериментального образца приложения (тестовой версии электронной программы) для мобильного устройства (планшетного компьютера)», 2020 г.
3. Дамбинова К.Т., Алиев Е.В., Бондаренко Г.В., Пономарев А.А., Скоромец А.П., Скоромец Т.А., Скоромец Д.Г., Смолко М.В., Шумилина. Журнал НЕВРОЛОГИИ И ПСИХИАТРИИ.2017;5.
4. Клинические рекомендации «Лёгкая черепно-мозговая травма». Ассоциация нейрохирургов России. Москва, 2016 г.
5. Лихтерман Л.Б. Классификация черепно-мозговой Травмы. Часть 2. Современные принципы классификации ЧМТ// Судебная Медицина, 2015;1(3): 37-48
6. Adam JO, Jai S, Kshitij M. Parenchymal brain injuries in abusive head trauma. *Pediatr Radiol.* 2021; Feb 27.
7. Alexander DG, Shuttleworth-Edwards AB, Kidd M, Malcolm CM. Mild traumatic brain injuries in early adolescent rugby players: Long-term neurocognitive and academic outcomes. *Brain Injury.*2015; 29:1113–1125.
8. Baillargeon A, Lassonde M, Leclerc S, Ellemberg D. Neuropsychological and neurophysiological assessment of sport concussion in children, adolescents and adults. *Brain Inj.* 2012; 26 (3): 211–220.
9. Bell J. Dysfunctional AMPA receptor trafficking in traumatic brain injury// Thesis. Instit Med Sc Univer Toronto: Doc Philos, 2010
10. Bryan MA, Rowhani-Rahbar A, Comstock RD, Rivara F. Sports-and recreation-related concussions in US youth. *Pediatrics.* 2016.138: e20154635.
11. Cancelliere C, Coronado VG, Taylor CA, Xu L. Epidemiology of

isolated versus nonisolated mild traumatic brain injury treated in emergency departments in the United States, 2006–2012: sociodemographic characteristics. *J. Head Trauma Rehabil.* 2017; 32(4):E37–E46.

12. Coronado VG, Haileyesus T, Cheng TA, et al. Trends in sports- and recreation- related traumatic brain injuries treated in US emergency departments: the National Electronic Injury Surveillance System-All Injury Program (NEISS-AIP) 2001–2012. *J. Head Trauma Rehabil.* 2015; 30 (3):185–197.

13. Covassin T, Moran R, Elbin RJ. Sex differences in reported concussion injury rates and time loss from participation: an update of the National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance Program from 2004–2005 through 2008–2009. *J Athl Train.* Large study summarizing sex differences in concussion rates and recovery after SRC in collegiate athletes. 2016; 51:189–94.

14. Dambinova S.A., Maroon J.C., Sufrinko A.M., et al. Functional, Structural, and Neurotoxicity Biomarkers in Integrative Assessment of Concussions // *Front Neur*, 2016;7:172

15. Dambinova SA, Shikuev AV, Weissman JD , Mullins CD. AMPAR Peptide Values in Blood of Nonathletes and Club Sport Athletes With Concussions. *Military Medicine.* 2013; 178(3):285-290.

16. Davis GA, Anderson V, Babl FE, Gioia, GA, Giza CC, Meehan W, Moser RS, Purcell L, Schatz P, Schneider KJ, et al. What is the difference in concussion management in children as compared with adults? A systematic review. *Br. J. Sports Med.* 2017; 51:949–957.

17. Giza CC, Hovda DA. The new neurometabolic cascade of concussion. *Neurosurgery.* 2014; 75, (suppl 4):S24–S33.

18. Halstead ME, Walter KD, Moffatt K, Council on sports medicine and fitness. Sport-Related Concussion in Children and Adolescents. *Pediatrics* December. [Internet].2018; 142(6) e20183074.

19. Hammer E1, Brooks MA1, Hetzel S2, Arakkal A3, Comstock RD3. Epidemiology of Injuries Sustained in Boys' High School Contact and Collision Sports, 2008-2009 Through 2012-2013. *Orthop J Sports Med.* 2020 Feb

25;8(2):2325967120903699. doi: 10.1177/2325967120903699.

20. Hirad, A.A., et al., A common neural signature of brain injury in concussion and subconcussion. *Sci Adv*, 2019. 5(8): p. eaau3460.

21. John, C.; Rahlf, A.L.; Hamacher, D.; Zech, A. Influence of biological maturity on static and dynamic postural control among male youth soccer players. *Gait Posture* 2019, 68, 18–22.

22. Keller, J.L.; Housh, T.J.; Smith, C.M.; Hill, E.C.; Schmidt, R.J.; Johnson, G.O. Sex-Related Differences in the Accuracy of Estimating Target Force Using Percentages of Maximal Voluntary Isometric Contractions vs. Ratings of Perceived Exertion During Isometric Muscle Actions. *J. Strength Cond. Res.* 2018, 32, 3294–3300.

23. LaRocca, D., et al., Comparison of serum and saliva miRNAs for identification and characterization of mTBI in adult mixed martial arts fighters. *PLoS One*, 2019. 14(1): p. e0207785.

24. McCrea M, Meier T, Huber D, Ptito A, Bigler E, Debert CT, Schneider KJ. Role of advanced neuroimaging, fluid biomarkers and genetic testing in the assessment of sport-related concussion: a systematic review. *Br. J. Sports Med.* 2017; 51(12):919–929.

25. McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Consensus statement on concussion in sport—the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin. *Br. J. Sports Med.* 2016; Oct.

26. Neelakantan M, Ryali B, Cabral MD, Harris A, McCarroll J, Patel DR. Academic Performance Following Sport-Related Concussions in Children and Adolescents: A Scoping Review *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020; 17: 7602.

27. Nelson LD, Guskiewicz KM, Barr WB, Hammeke TA, Randolph C, Ahn KW, Wang Y, McCrea MA. Age differences in recovery after sport-related concussion: a comparison of high school and collegiate athletes. *J. Athl. Train.* 2016, 51 (2): 142–152.

28. Oliver, J.M., et al., Fluctuations in blood biomarkers of head trauma in NCAA football athletes over the course of a season. *J Neurosurg*, 2018: p. 1-8.

29. Prasad MR, Swank PR, Ewing-Cobbs L. Long-term school outcomes of children and adolescents with traumatic brain injury. *J. Head Trauma Rehabil.* 2017; 32:E24–E32.
30. Rivara FP, Tennyson R, Mills B, Browd SR, Emery CA, Gioi G, Giza CC, Herring S, Janz KF, LaBella C, McLeod TV, Meehan W, Patricios J. Consensus Statement on Sports-Related Concussions in Youth Sports. *JAMA Pediatr.* 2020; 174 (1): 79-85.
31. Schwab, N., C. Tator, and L.N. Hazrati, DNA damage as a marker of brain damage in individuals with history of concussions. *Lab Invest*, 2019. 99(7): p. 1008-1018.
32. Tanveer SR, Zecavati N, Delasobera EB, Oyegbile TO. Gender differences in concussion and post-injury cognitive findings in an older and younger pediatric population. *Pediatr. Neurol.* 2017; 70: 40–49.
33. Theadom A1, Mahon S2, Hume P2,3, Starkey N4, Barker-Collo S5, Jones K2, Majdan M6, Feigin VL2. Incidence of Sports-Related Traumatic Brain Injury of All Severities: A Systematic Review. *Neuroepidemiology.* 2020; 54(2):192-199. doi: 10.1159/000505424. Epub 2020 Jan 14.
34. Vos PE, Alekseenko Y, Battistin L et al. Mild traumatic brain injury (EFNS Guidelines/ CME article)// *Eur J Neurol*, 2012;19:191-198.
35. Zuckerman SL, Kerr ZY, Yengo-Kahn A, Wasserman E, Covassin T, Solomon GS. Epidemiology of sports-related concussion in NCAA athletes from 2009-2010 to 2013-2014: incidence, recurrence, and mechanisms. *Am J Sports Med.* 2015; 43 :2654–62.
36. Wallace J, Covassin T, Beidler E. Sex differences in high school athletes' knowledge of sport-related concussion symptoms and reporting behaviors. *J Athl Train.* 2017;52: 682–8.