

Вопросы практической педиатрии

2013 • том 8

Научно-практический журнал
Федерации педиатров стран

В номере:

- Парентеральное питание в неонатологии
- Респираторные нарушения у новорожденных
- Синдром Маршалла у детей
- Фетальная эхокардиография
- Педиатрия: перспективы развития

On-line версия журнала

Оригинальные статьи

Оценка психофизиологического состояния юных спортсменов в зависимости от полиморфизма аллелей L/S гена 5HTT и C/T гена 5HT2A

В.В.Маринич, В.П.Губа, Ю.Л.Мизерницкий

Респираторные нарушения у недоношенных детей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы

И.В.Виноградова, Д.О.Иванов

Клиническое значение активности миелопероксидазы, глутатионтрансферазы и содержания глутатиона у новорожденных

А.С.Попова, Л.И.Крупницкая, В.Э.Цейликман, А.И.Синицкий, В.П.Дубровская, Т.Н.Голощапова, Р.В.Деев

Обзоры литературы

Современные возможности применения жировых эмульсий в составе парентерального питания в неонатологии

Н.П.Вайнштейн, А.И.Чубарова, Н.Н.Володин

Современные аспекты синдрома Маршалла у детей

В.Г.Майданник

Перинатальное гипоксическое поражение центральной нервной системы: современный взгляд на проблему

Т.М.Клименко, И.В.Тарасова, С.Н.Касян

Методы 3D/4D-реконструкции в фетальной эхокардиографии

М.Н.Бартагова, Е.Д.Беспалова, А.И.Тюменева, Р.М.Гасанова, О.В.Марзоева, Е.И.Леонова, Е.В.Сыпченко

Лекция

Мигрень и недифференцированная дисплазия соединительной ткани у детей и подростков

Ю.Е.Нестеровский, Н.Н.Заваденко

Организация здравоохранения

Состояние педиатрии в изменяющемся мире и перспектива развития специальности

А.Г.Румянцев, М.В.Тимакова

Обмен опытом

Анализ антенатальных и постнатальных факторов риска у детей раннего возраста с атопическим дерматитом

С.Н.Денисова, М.Ю.Белицкая, Т.Б.Сенцова, В.А.Ревякина, С.В.Богданова

В помощь врачу

Роль сцеживания грудного молока в поддержании эффективной лактации

И.И.Рюмина, Н.В.Евтеева, Ю.Г.Онищенко

Правила для авторов

Оценка психофизиологического состояния юных спортсменов в зависимости от полиморфизма аллелей L/S гена 5HTT и C/T гена 5HT2A

В.В.Маринич¹, В.П.Губа², Ю.Л.Мизерницкий³

¹Полесский государственный университет, Пинск, Республика Беларусь;

²Московский государственный областной университет, Москва, Российская Федерация;

³Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Цель. Оценка преобладающего типа высшей нервной деятельности у юных спортсменов и его зависимость от полиморфизма аллелей L/S гена 5HTT и C/T гена 5HT2A.

Пациенты и методы. В исследование, проведенное на базе Научно-исследовательской лаборатории лонгитудинальных исследований Полесского государственного университета (Республика Беларусь), были включены 125 мальчиков, занимающихся футболом в детской спортивной школе. При изучении функционального состояния ЦНС (анализ простой зрительно-моторной реакции, а также сложных сенсомоторных реакций – выбора и различения) был использован полноцветный зрительно-моторный анализатор комплекса «Психотест» (компания «Нейрософт»). Генетический анализ буккального эпителия из соскоба клеток с внутренней стороны щеки включал определение полиморфизма аллелей L/S гена 5HTT и C/T гена 5HT2A. При исследовании гена 5HTT использовали полимеразную цепную реакцию (ПЦР). Изучение полиморфизма аллелей гена 5HT2, кроме ПЦР, включало анализ полиморфизма длины рестрикционных фрагментов (ПДРФ-анализ), полученных после обработки продукта ПЦР рестриктазой MspI.

Результаты. Исследование показало, что 60% юных спортсменов являлись носителями смешанного варианта гена 5HTT (L/S), наиболее благоприятного для игровых видов спорта. Около 20% обладали неблагоприятным мутантным генотипом SS, ответственным за склонность к проявлению косвенной агрессии; у детей этой группы преобладал подвижный тип нервной деятельности (наиболее высокая скорость ПЗМР и устойчивость реакций выбора и различения). Носители генотипа LL в основном имели средние значения ПЗМР и промежуточный между инертным и подвижным тип нервной деятельности. Среди обследованных спортсменов преобладали варианты CC и CT гена 5HT2A, они были равно распределены у респондентов. Подвижный тип нервной деятельности как наиболее предпочтительный в игровых видах спорта был зафиксирован у 60% носителей варианта CC; у юных спортсменов этой группы имела место высокая скорость ПЗМР и устойчивость внимания при реакциях выбора и различения. Мутантный вариант TT гена 5HT2A, ответственный за быстрое развитие усталости и снижение адаптации к нагрузкам, имел место у 20% спортсменов.

Заключение. Таким образом, у юных футболистов установлена связь типа высшей нервной деятельности с полиморфизмом генов 5HTT и 5HT2A. Изучение генетических маркеров может стать предпосылкой к индивидуализации и оптимизации тренировочного процесса для достижения максимального спортивного результата.

Ключевые слова: генетические маркеры, дети, полиморфизм генов, предрасположенность к спорту, серотонинергическая система мозга, функциональное состояние центральной нервной системы

Evaluation of the psychophysiological state of young sportsmen depending on polymorphism of L/S alleles of the 5HTT gene and C/T alleles of the 5HT2A gene

V.V.Marinich¹, V.P.Guba², Yu.L.Mizernitskiy³

¹Polesye State University, Pinsk, Republic of Belarus;

²Moscow State Regional University, Moscow, Russian Federation;

³Moscow Research Institute of Pediatrics and Pediatric Surgery, Ministry of Public Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

The objective. Evaluation of the prevailing type of higher nervous activity in young sportsmen and its dependence on polymorphism of L/S alleles of the 5HTT gene and C/T alleles of the 5HT2A gene.

Patients and methods. The study performed on the basis of the Scientific research laboratory of longitudinal studies of Polesye State University (Republic of Belarus) included 125 boys playing football in a youth sports school. For investigation of the functional state of the CNS (analysis of simple visual-motor reaction, and also complex sensorimotor reactions – of choice and discrimination) a full-colour visual-motor analyzer complex «Psychotest» (company «Neurosoft») was used. Genetic analysis of buccal epithelial smear from the inner surface of the cheek included detection of polymorphism of L/S alleles of the 5HTT gene and C/T alleles of the 5HT2A gene. Polymerase chain reaction (PCR) was used to study the 5HTT gene. Study of polymorphism of the 5HTT gene alleles, along with PCR, included analysis of restriction fragments length polymorphisms (RFLP analysis) obtained after processing PCR products with the restriction enzyme MspI.

Results. The study showed that 60% of young sportsmen were carriers of a mixed variant of the 5HTT gene (L/S), the most beneficial for sports games. About 20% had the unfavourable mutant genotype SS responsible for inclination to indirect

aggression; in children of this group the mobile type of nervous activity prevailed (the highest SVMR rate and stability of choice and discrimination reactions). Carriers of the LL genotype mostly had average SVMR values and the intermediate between the inert and mobile type of nervous activity. Among the examined sportsmen, the CC and CT variants of the 5HT2A gene prevailed, they were equally distributed in the respondents. The mobile type of nervous activity, as the most preferable for sports games, was recorded in 60% of the carriers of the CC variant; young sportsmen of this group had high SVMR rates and attention stability in choice and discrimination reactions. The mutant variant TT of the 5HTT gene, responsible for quick development of fatigue and decrease of adaptation to loads, was found in 20% of sportsmen.

Conclusion. Therefore, in young football players a relation of the type of higher nervous activity and polymorphism of the 5HTT and 5HT2A genes was found. Investigation of genetic markers might become a precondition for individualization and optimization of training process for the maximal sports results.

Key words: genetic markers, children, gene polymorphism, predisposition for sports, brain serotonergic system, functional state of central nervous system

В современных условиях спортивная деятельность – это возможность здорового человека развить адаптационные способности организма в условиях экстремальной деятельности при значительных физических и психоэмоциональных нагрузках. Ограничение работоспособности фактором, поддающимся коррекции, но оставшимся незамеченным, завершает карьеру спортсмена [1–3].

Своевременное выявление факторов, лимитирующих физическую деятельность, умение устранять эти факторы и адекватное применение средств коррекции помогают достичь высоких результатов в спорте и сохранить здоровье спортсмена. Применение физического воздействия, прогноз эффективности фармакологических средств позволяют повышать работоспособность, возможность быстрого восстановления после экстремальной нагрузки [4, 5].

Назначая спортсмену различные виды стимуляции, всегда следует учитывать индивидуальные особенности организма, степень тренированности и выносливости, ограничивающие его «верхнюю планку» – предел физиологически возможного адаптивного потенциала при мобилизации эндогенных механизмов, обеспечивающих конечный спортивный результат [6, 7].

Среди основных факторов, лимитирующих спортивную работоспособность и возможности человека, выделяют:

- биоэнергетические (анаэробные, аэробные);
- нейромышечные (мышечная сила, техника выполнения упражнений);
- психологические (мотивация, тактика ведения спортивного состязания).

Непременным условием установления фактора, лимитирующего работоспособность, являются методические возможности исследователя (биохимические и физиологические). К факторам, приобретающим особую значимость на современном этапе развития спортивной медицины, относятся также генетические [8–10].

Интенсивные занятия спортом, не соответствующие генетической предрасположенности, приведут к ограничению спортивной работоспособности и снижению соревновательного результата.

В настоящее время считают все более целесообразным построение спортивного отбора, а также выбора спортивной специализации с учетом генетической предрасположенности человека не только к выполнению различных нагрузок, но и возможности организма поддерживать гомеостаз, избежать дезадаптации и развития патологических состояний.

Концепция отбора детей в спорт должна предусматривать использование берегающих здоровье технологий в спортивной деятельности с учетом:

- раннего определения генетической предрасположенности ребенка к высокой физической активности;
- типа энергообеспечения физической активности;
- своевременного прогнозирования риска развития патологических состояний у спортсмена, препятствующих выполнению интенсивных физических нагрузок.

В связи с этим как адекватный выбор типа нагрузок на основе генетической предрасположенности к различным видам деятельности, особенно на раннем этапе спортивной карьеры, так и коррекция тренировочного процесса на более поздних стадиях с учетом индивидуальных особенностей организма являются актуальными проблемами современной спортивной медицины [1, 4].

Цель настоящего исследования – анализ психофизиологического состояния юных спортсменов на основании оценки скорости зрительно-моторных реакций в зависимости от полиморфизма аллелей L/S гена 5HTT и C/T гена 5HT2A.

Пациенты и методы

В исследование были включены 125 мальчиков, занимающихся футболом в детской спортивной школе. При изучении функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) был использован полноцветный зрительно-моторный анализатор комплекса «Психотест» производства компании «Нейрософт».

У всех юных спортсменов оценивали простую зрительно-моторную реакцию, а также реакции выбора и различения.

Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) – это элементарная произвольная двигательная реакция человека на зрительный стимул. Для максимально точной диагностики используют средний показатель времени реакции на несколько десятков предъявлений стимула. Число ошибок свидетельствует об устойчивости внимания обследуемого. При высокой устойчивости обследуемый удерживает внимание требуемой концентрации в течение всего обследования и не совершает ошибок.

ПЗМР позволяет сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии ЦНС, а также о работоспособ-

Для корреспонденции:

Маринич Виталий Владимирович, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и клинической медицины Полесского государственного университета

Адрес: 225710, Республика Беларусь, Брестская область, Пинск, ул. Днепровской флотилии, 26
Телефон: +375-29-14-00-598

Статья поступила 17.06.2013 г., принята к печати 06.08.2013 г.

ности спортсмена. Изменения функционального состояния вследствие утомления, снижения уровня бодрствования сопровождаются увеличением среднего значения времени реакции и «разброс» значений критериев от обследования к обследованию.

Реакции выбора и различения – сложные сенсомоторные реакции, отражающие процесс обработки сенсорной информации ЦНС по принципу отбора сигналов определенного цвета и формирования реакции на заданный вид.

Среднее значение времени сложной сенсомоторной реакции выбора отражает инертность или подвижность нервных процессов; при этом также оценивают их уравновешенность и силу.

Генетический анализ включал определение полиморфизма аллелей L/S гена *5HTT* и C/T гена *5HT2A*.

В качестве проб биологического материала использовали буккальный эпителий: соскоб клеток с внутренней стороны щеки осуществляли с помощью специальных одноразовых стерильных зондов.

Рецептор серотонина 2A широко распространен в организме в периферических тканях; он опосредует сократительные реакции в гладкомышечной ткани сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной и мочеполовой систем.

В головном мозге этот рецептор, кодируемый геном *5HT2A*, экспрессируется в районах, которые считают «ответственными» за когнитивные функции (префронтальный кортекс, особенно – пирамидальные нейроны и интернейроны). В синапсах этот рецептор расположен только на постсинаптической мембране. Это самый чувствительный из серотониновых рецепторов, и его чувствительность повышается при различных психических расстройствах.

В верхней части продолговатого мозга и в мосте находится наиболее обширное скопление серотонинергических нейронов, проецирующихся краниально (кора, гиппокамп, лимбическая система, гипоталамус) и каудально (продолговатый и спинной мозг).

Выделено 15 типов серотониновых рецепторов с дополнительными подразделениями для отдельных подтипов (5-HT1A-D, 5-HT2AC). Эти рецепторы участвуют в регуляции аффективного поведения (тревога, панические состояния), аппетита и пищевого поведения, двигательной активности, сегментарных механизмов контроля сексуального поведения.

Серотонинергическая система мозга принимает участие и в регуляции агрессивных состояний: угнетение биосинтеза серотонина сопровождается усилением агрессивности, а повышение уровня серотонина – ее ослабление.

Ген *5HTT* – наиболее исследованный ген серотониновой системы, он кодирует переносчик серотонина.

Генотип LL (нормальный вариант полиморфизма; гомозиготная форма) при экспрессии повышает концентрацию переносчика серотонина. Для носителей этого генотипа характерны: низкая предрасположенность к депрессии; высокая устойчивость как к психическим нагрузкам, так и к развитию центрального утомления в условиях высоких физических и психических нагрузок. Дети с подобным генотипом могут принимать участие в циклических видах спорта.

Носители генотипа LS (промежуточный гетерозиготный вариант) имеют большую предрасположенность к игровым видам спорта.

Генотип SS (мутантный вариант, гомозиготная форма) предполагает снижение концентрации переносчика серотонина; в поведении носителей этого генотипа зачастую отмечают выраженную косвенную агрессию.

Наибольшее внимание в пределах гена *5HTT* привлекает полиморфный участок в положении 44 пары оснований (в дальнейшем – п.о.) Вариации точечных мутаций («сдвиг рамки чтения») – делеция (выпадение одного или нескольких нуклеотидов) или инсерция (внедрение в ДНК одного или нескольких нуклеотидов) в регионе промотора переносчика серотонина приводит к формированию «короткой» S- и «длинной» L-аллелей. Образование «короткой» аллели вызывает снижение обратного захвата серотонина, что увеличивает длительность серотонинергической активности. Подобный полиморфизм может быть важен для людей с тревожными личностными характеристиками, депрессией и суицидальными тенденциями [12].

Для определения инсерционно-делеционного полиморфизма гена *5HTT* проводили полимеразную цепную реакцию (ПЦР) с буфером №4 при температуре отжига, равной 58°C; была использована следующая пара праймеров:

- прямой праймер: 5'-CAATCTCTGGTGCTTCCCGTACAT AT-3';
- обратный праймер: 5'-GACAAATCTGTCTTCTGGCTTCTG AA-3'.

Определение размеров продуктов амплификации проводили с помощью электрофореза. Генотипу LL соответствовали фрагменты длиной 311 п.о., генотипу LS – два фрагмента длиной 267 и 311 п.о., а генотипу SS – фрагмент длиной 267 п.о. (рис. 1).

Ген *5HT2A* расположен в 13-й хромосоме, он кодирует рецептор серотонина 2A, который распространен в периферических тканях и опосредует сократительные реакции гладких мышц. Один из наиболее значимых полиморфизмов – это замена аллели Т на С в положении 102.

Аллель Т сопряжена с повышенной экспрессией гена по сравнению с аллелью С. Для носителей генотипа CC (нормальный вариант полиморфизма; гомозиготная форма) характерно повышение скорости реакции под воздействием физической нагрузки; генотип СТ (промежуточный гетерозиготный вариант) предпочтителен в игровых видах спорта. Мутантный вариант ТТ (гомозиготная форма) характеризуют высокая агрессивность, быстрое развитие усталости и снижение адаптации к нагрузкам.

У носителей генотипа ТТ агрессивность выше, чем у носителей С-аллели. Помимо агрессивности (важная черта личности для некоторых видов спорта), от плотности рецепторов серотонина зависит скорость развития усталости при тренировках [12, 13].

Для определения полиморфизма аллелей Т-С гена *5HT2A* проводили ПЦР с буфером №1 при температуре отжига, также равной 58°C; была использована следующая пара праймеров:

- прямой праймер: 5'-CATGGAGAATAATGAGCCCAAA -3';
- обратный праймер: 5'-TAACAATTGACAGCAGGAAATACC -3'

Продукты амплификации в этой ПЦР – фрагменты ДНК длиной 428 п.о.

Замена нуклеотида С на Т гена *5HT2A* создает «сайт распознавания», или «сайт рестрикции» (C↓CGG), – строго

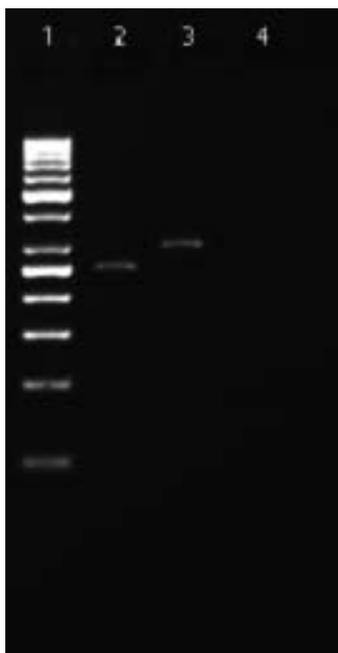


Рис. 1. Электрофореграмма полиморфизма L/S аллелей гена *5HTT* (ПЦР-анализ). Дорожки: 1 – ДНК-маркер (50 bp DNA-ladder, CarlRoth); 2 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом SS; 3 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом LL; 4 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом SL.

AAATC↓CGGAGA мутантная аллель
AAATCTGGAGA нормальная аллель

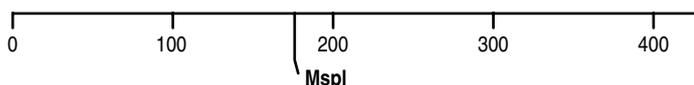


Рис. 2. Полиморфизм T/C гена *5HT2A*; «сайт рестрикции».

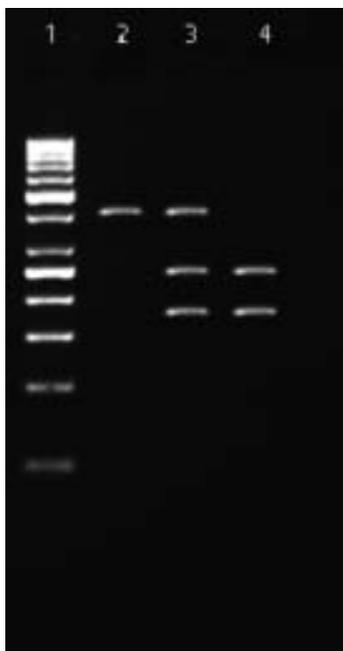


Рис. 3. Электрофореграмма полиморфизма T/C аллелей гена *5HT2A* (ПЦР-ПДРФ-анализ). Дорожки: 1 – ДНК-маркер (50 bp DNA-ladder, CarlRoth); 2 – продукт амплификации и рестрикции ДНК индивидуума с генотипом TT; 3 – продукт амплификации и рестрикции ДНК индивидуума с генотипом TC; 4 – продукт амплификации и рестрикции ДНК индивидуума с генотипом CC.

определенную последовательность нуклеотидов, «узнаваемую» и расщепляемую рестриктазами – для эндонуклеазы *MspI*.

Анализ полиморфизма длины рестрикционных фрагментов (ПДРФ-анализ) проводят, обрабатывая продукт ПЦР рестриктазой *MspI* при 37°C в течение одного часа (рис. 2).

Генотипу TT соответствовали нерестриктированные фрагменты длиной 427 п.о., генотипу СТ – три фрагмента длиной 427, 252 и 175 п.о., а генотипу CC – 2 фрагмента длиной 252 и 175 п.о. (рис. 3).

Результаты исследований и их обсуждение

Распределение полиморфизмов аллелей генов *5HTT* и *5HT2A* исследовали у 125 юных спортсменов детской спортивной школы по футболу на базе Научно-исследовательской лаборатории лонгитудинальных исследований Полесского государственного университета (Республика Беларусь).

Распределение вариантов гена *5HTT* представлено на рис. 4. Как видно из рисунка, 60% обследованных юных спортсменов являлись носителями смешанного варианта гена *5HTT*, что определило отбор в игровые виды спорта по фенотипическим показателям. Вместе с тем, около 20% обладали неблагоприятным генотипом, при котором имеет место склонность к проявлению косвенной агрессии.

На рис. 5 представлены результаты изучения состояния ЦНС у учеников спортивной школы (ПЗМР, реакции выбора и различения). Как видно из рисунка, носителей генотипа SS отличает наиболее высокая скорость ПЗМР и устойчивость реакций выбора и различения; носителей генотипа LL – средние значения ПЗМР.

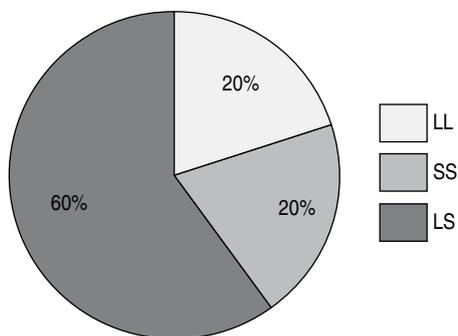


Рис. 4. Распределение вариантов гена *5HTT* у юных футболистов.



Рис. 5. Распределение скорости зрительно-моторной реакции у носителей варианта SS (слева) и LL (справа) гена *5HTT*.

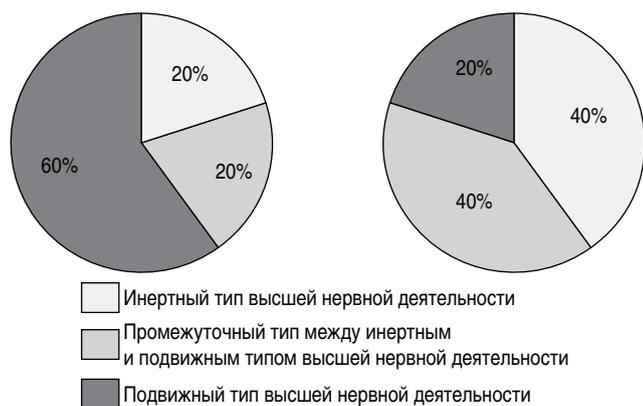


Рис. 6. Преобладающий тип высшей нервной деятельности у носителей варианта SS (слева) и LL (справа) гена 5HTT.

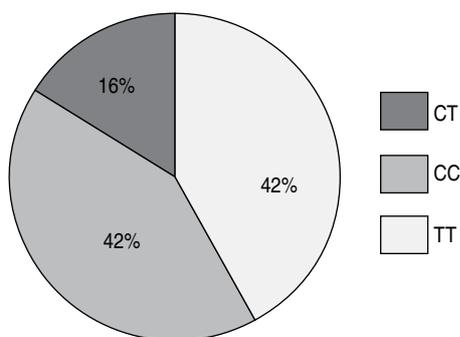


Рис. 7. Распределение вариантов гена 5HT2A у юных футболистов.

Результаты оценки преобладающего типа высшей нервной деятельности у юных футболистов представлены на рис. 6. Как видно из рисунка, у носителей мутантного генотипа SS преобладал подвижный тип нервной деятельности, в то время как у обладателей генотипа LL – промежуточный тип между инертным и подвижным.

Распределение вариантов гена 5HT2A у обследованных юных футболистов представлено на рис. 7. Тип высшей нервной деятельности и характеристика сенсомоторной реакции в зависимости от варианта гена 5HT2A представлены на рис. 8. Как видно из рисунка, среди обследованных спортсменов преобладали генотипы СС и СТ. Обращает внимание равное их распределение у респондентов. Подвижный тип нервной деятельности, как наиболее предпочтительный в игровых видах спорта, был зафиксирован у носителей варианта СС гена 5HT2A; у 60% юных спортсменов этой группы имела место высокая скорость ПЗМР и устойчивость внимания при реакциях выбора и различения.

Заключение

Таким образом, у юных футболистов установлена связь скорости простой и сложной сенсомоторной реакции с полиморфизмом генов 5HTT и 5HT2A. Полученные данные необходимо учитывать при отборе детей в игровые виды спорта.

Выявление «нежелательных» вариантов генотипа предполагает проведение психологической и медикаментозной коррекции, а также динамический мониторинг психофизиологических показателей для индивидуализации тренировочного процесса.

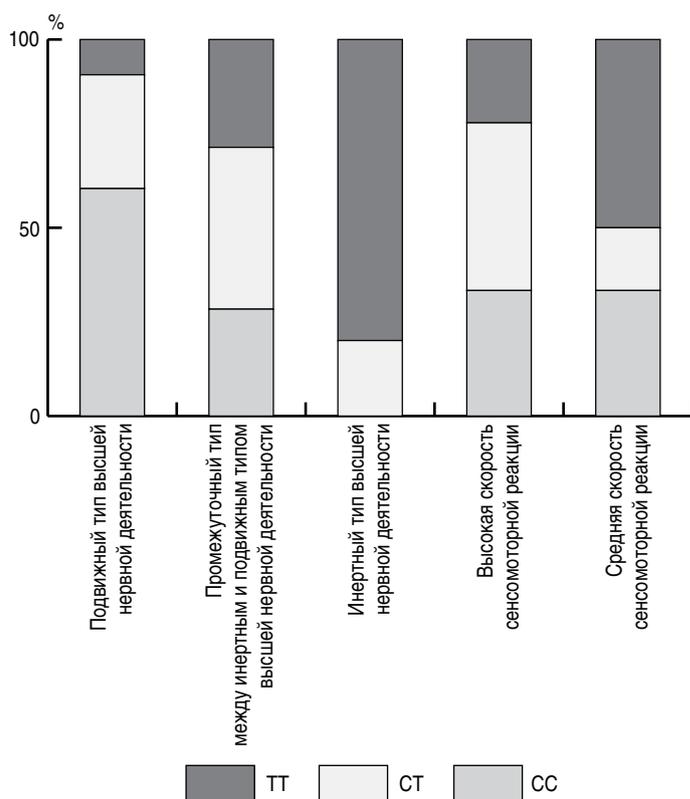


Рис. 8. Тип высшей нервной деятельности и характеристика сенсомоторной реакции в зависимости от варианта гена 5HT2A.

За последние 10 лет выявлено относительно немного генетических маркеров, ассоциированных со спортивной деятельностью [1]. Один ДНК-полиморфизм вносит лишь незначительный вклад в общее развитие какого-либо признака. Определение этого вклада – крайне сложная задача: необходимы масштабные независимые исследования, проведение корреляционного анализа маркера с фенотипами ядерного, клеточного и тканевого уровней.

Очевидно, что приоритетным направлением является не спорт, а здоровье человека; эти предпочтения отражены в генетической карте физической активности человека в виде соотношения «спортивных» генов и генов, ассоциированных со значимыми для здоровья фенотипами, изменяющимися в ответ на физические нагрузки [14].

Необходимо подчеркнуть значимость фенотипических маркеров, поскольку только они могут отражать влияние среды на генетически детерминированные признаки.

Отличительная особенность генетических маркеров, не меняющихся на протяжении всей жизни, – это возможность их определения сразу после рождения для прогнозирования показателей, значимых в условиях спортивной деятельности [1, 2].

Спортивный отбор и ориентация детей, особенно на начальном этапе, несмотря на солидный опыт педагогов и тренеров, часто заканчиваются неправильным прогнозом успешности спортсмена [1, 3, 5].

Современные методы спортивной медицины и генетики позволяют избежать многих неудач в этом вопросе с помощью своевременного определения фенотипических и генетических маркеров, в разной степени отражающих наследственные задатки отдельных индивидуумов.

Кроме того, на основании изучения этих маркеров появляются предпосылки к индивидуализации и оптимизации тренировочного процесса для достижения максимального спортивного результата.

Литература

1. Ахметов ИИ. Молекулярная генетика спорта: монография. М.: Советский спорт, 2009; 268. ISBN 978-5-9718-0412-3.
2. Ахметов ИИ, Дружевская АМ, Хакимуллина АМ, Можайская ИА, Rogozkin VA. Генетические маркеры предрасположенности к занятиям футболом. Ученые записки университета им. П.Ф.Лесгафта. 2007;11(33):5-10.
3. Ахметов ИИ, Астратенкова ИВ, Дружевская АМ, Комкова АИ, Можайская ИА, Федотовская ОН и др. Анализ комбинаций генетических маркеров мышечной деятельности. Генетические, психофизические и педагогические технологии подготовки спортсменов. Сб. науч. тр. СПб., 2006; 95-102.
4. Кулиненко ОС. Фармакологическая помощь спортсмену: коррекция факторов, лимитирующих спортивный результат. М.: Советский спорт, 2007; 146.
5. Макарова ГА. Практическое руководство для спортивных врачей. Краснодар: Кубаньпечать, 2000; 495.
6. Психодиагностика функциональных состояний человека. Под ред. Леонова АБ. М., 1984;469.
7. Rogozkin VA, Nazarov IB, Kazakov VI. Генетические маркеры физической работоспособности человека. Теория и практика физической культуры. 2000;12:34-6.
8. Смирнов ВН, Яковлев ВН. Физиология центральной нервной системы. М., 2004; 389.
9. Физиология человека: В 3-х томах. Т. 1. Пер. с англ. Под ред. Шмидта Р, Тевса Г. М.: Мир, 1996; 323.
10. Хомская ЕД. Нейропсихология. М.: Изд-во МГУ, 1987; 288.
11. Florez G, Saiz P, Garcia-Portilla P, Alvarez S, Nogueiras L, Morales B, et al. Genetics and cell biology. Association Between the STin2 VNTR Polymorphism of the Serotonin Transporter Gene and Treatment Outcome in Alcohol-Dependent Patients. Alcohol & Alcoholism. 2008;43:516-22.
12. Wilhelm K, Siegel JE, Finch AW, Hadzi-Pavlovic D, Mitchell PB, Parker G, et al. The Long and the Short of it: Associations Between 5-HTT Genotypes and Coping With Stress. Psychosomatic Medicine. 2007;69:614-20.
13. Landolt H.-P, Wehrle R. Antagonism of serotonergic 5-HT2A/2C receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood. European Journal of Neuroscience. 2009;29:1795-809.
14. Montgomery HE, Marshall R, Hemingway H, Myerson S, Clarkson P, Dollery C, et al. Human gene for physical performance. Nature. 1998;393:221-2.

References

1. Akhmetov II. Molekulyarnaya genetika sporta: monografiya. Moscow: Sovetskiy sport, 2009; 268 p. ISBN 978-5-9718-0412-3. (In Russian).

2. Akhmetov II, Druzhevskaya AM, Khakimullin AM, Mozhayskaya IA? Rogozkin VA. Genetic markers of predisposition to football lessons. Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. 2007;11(33):5-10. (In Russian).
3. Akhmetov II, Astratenkova IV, Druzhevskaya AM, Komkova AI, Mozhayskaya IA, Fedotovskaya ON, et al. Analiz kombinatsiy geneticheskikh markerov myshechnoy deyatel'nosti. Geneticheskiye, psikhofizicheskiye i pedagogicheskiye tekhnologii podgotovki sportsmenov. Sb. nauch. tr. Saint Petersburg, 2006; pp. 95-102. (In Russian).
4. Kulinenkov OS. Farmakologicheskaya pomoshch sportsmenu: korrektsiya faktorov, limitiruyushchikh sportivnyy rezultat. Moscow: Sovetskiy sport, 2007; 146 p. (In Russian).
5. Makarova GA. Prakticheskoye rukovodstvo dlya sportivnykh vrachey. Krasnodar: «Kubanpechat» Publ., 2000; 495 p. (In Russian).
6. Psikhodiagnostika funktsionalnykh sostoyaniy cheloveka. Leonov AB, eds. Moscow, 1984;469 p. (In Russian).
7. Rogozkin VA, Nazarov IB, Kazakov VI. Geneticheskiye markery fizicheskoy rabotosposobnosti cheloveka. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury. 2000;12: 34-6. (In Russian).
8. Smirnov VN, Yakovlev VN. Fiziologiya tsentralnoy nervnoy sistemy. Moscow, 2004; 389 p.
9. Fiziologiya cheloveka: T. 1. Shmidt R, Tevs G, eds. Moscow: Mir, 1996; 323 p. (In Russian).
10. Khomsckaya YeD. Neyropsikhologiya. Moscow: «MGU» Publ., 1987; 288 p. (In Russian).
11. Florez G, Saiz P, Garcia-Portilla P, Alvarez S, Nogueiras L, Morales B, et al. Genetics and cell biology. Association Between the STin2 VNTR Polymorphism of the Serotonin Transporter Gene and Treatment Outcome in Alcohol-Dependent Patients. Alcohol & Alcoholism. 2008;43:516-22.
12. Wilhelm K, Siegel JE, Finch AW, Hadzi-Pavlovic D, Mitchell PB, Parker G, et al. The Long and the Short of it: Associations Between 5-HTT Genotypes and Coping With Stress. Psychosomatic Medicine. 2007;69:614-20.
13. Landolt H.-P, Wehrle R. Antagonism of serotonergic 5-HT2A/2C receptors: mutual improvement of sleep, cognition and mood. European Journal of Neuroscience. 2009;29:1795-809.
14. Montgomery HE, Marshall R, Hemingway H, Myerson S, Clarkson P, Dollery C, et al. Human gene for physical performance. Nature. 1998;393:221-2.

Информация о соавторах:

Губа Владимир Петрович, член-корреспондент Российской академии образования, профессор кафедры теории и методики физической культуры Московского государственного областного университета, Заслуженный работник высшей школы
Адрес: 214014, Смоленск, ул. Герцена, 2
Телефон: (0812) 68-3335

Мизерницкий Юрий Леонидович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением хронических воспалительных и аллергических болезней легких Московского НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава России
Адрес: 125412, Москва, ул. Талдомская, 2
Телефон: (499) 488-4473