

УДК 796.612.591+612.741

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В КРОВИ И СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-БИАТЛОНИСТОВ

Галина ГАТИЛОВА, Елена КОЛОСОВА, Татьяна ХАЛЯВКА

*Научно-исследовательский институт
Национального университета физического воспитания и спорта Украины*

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ КАЛЬЦІУ У КРОВІ ТА ШВИДКОСТІ ПРОВЕДЕННЯ НЕРВОВОГО ІМПУЛЬСУ У КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ-БІАТЛОНИСТІВ.
Галина ГАТИЛОВА, Олена КОЛОСОВА, Тетяна ХАЛЯВКА. *Науково-дослідний інститут Національного університету фізичного виховання і спорту України*

Анотація. Розглянуто особливості взаємозв'язку концентрації іонів кальцію в крові та швидкості проведення нервового імпульсу у кваліфікованих спортсменів-біатлоністів. Установлено, що у спортсменів, показники концентрації іонів кальцію яких знаходяться в межах норми, параметри швидкостей для нервів верхніх кінцівок були достовірно ($p < 0,05$) вищі, ніж у спортсменів, у яких показники концентрації іонів кальцію були зниженими відносно норми. Отримані дані можуть бути використані для оцінювання функціонального стану нервово-м'язової системи спортсменів.

Ключові слова: швидкість проведення нервового імпульсу, біатлон, іони кальцію, електролітний обмін.

Постановка проблемы. Анализ последних исследований и публикаций. Высокий уровень физической работоспособности спортсмена обусловлен состоянием всех систем организма, в том числе и нервно-мышечной, которая очень чувствительна к различным физиологическим и патологическим процессам, происходящим в организме, в частности, к изменениям показателей электролитного обмена. Важную роль в процессе мышечного сокращения и передачи нервного импульса играет один из макроэлементов – кальций [1, 2], а одним из информативных методов оценки функционального состояния нервно-мышечной системы у спортсменов является стимуляционная электромиография, с помощью которой можно определить скорость проведения нервного импульса.

Физическая нагрузка в тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов, создавая стрессовую ситуацию, оказывает существенное влияние на биохимические процессы, протекающие в организме, что находит своё отражение в изменении строгих констант внутренней среды – уровней электролитов крови [3].

Известно, [1] что кальций в организме находится в трех формах: связанный с белком, главным образом с альбумином; в виде бикарбонатов, лактатов, фосфатов и цитратов кальция; в виде ионов Ca^{2+} (50% кальция крови). Физиологической активностью обладает не весь кальций плазмы, а только его ионная фракция. Ионы Ca^{2+} активизируют креатинкиназу и АТФ. Концентрация Ca^{2+} в крови поддерживается в узких пределах. В условиях ацидоза крови, например, во время физических нагрузок у спортсменов концентрация Ca^{2+} в крови увеличивается, так как ионы водорода связываются с альбумином, препятствуя связыванию с ним ионов Ca^{2+} , увеличивается также всасывание Ca^{2+} из кишечника. Считается, что содержание ионов Ca^{2+} в лучшей степени отражает метаболизм всего кальция в организме человека, чем содержание общего кальция. Ионы Ca^{2+} необходимы для передачи нервного импульса, сокращения и расслабления мышц [4].

По литературным данным, скорость проведения импульса по двигательным волокнам нерва ($СПИ_{эфф}$) находится в зависимости от многих факторов, в том числе от диаметра нервного волокна и степени его миелинизации, кислотно-щелочного равновесия и электролитного обмена в тканях, окружающих нерв, температуры в зоне нервного ствола, температуры конечности в целом, а также от состояния периферического кровообращения в конечности. [5–7]. Снижение этого показателя относительно нормы может наблюдаться при демиелинизи-

рующих поражениях нервных волокон либо быть следствием истончения волокон нерва (уменьшения площади поперечного сечения). Наличие фактора компрессии нервного корешка и возможной ишемии нерва также может сопровождаться частичной или полной блокадой проводимости по нервному стволу [8].

Проводились исследования СПИ у спортсменов, занимающихся различными видами спорта [9], однако деталям взаимосвязи электролитного обмена и параметров проведения нервного импульса было уделено недостаточно внимания.

Цель исследования. Определить особенности взаимосвязи концентрации ионов кальция в крови и скорости проведения нервного импульса у квалифицированных спортсменов-биатлонистов.

Методы и организация исследования. Исследования проводились в специальном подготовительном периоде во время тестирования в лабораторных условиях у 18 квалифицированных биатлонистов в возрасте от 19 до 22 лет (КМС, МС). Спортивный стаж в группе – от 4 до 12 лет. Концентрацию ионов кальция определяли с помощью анализатора для электролитов крови OPTI SSA LION (США) в состоянии покоя.

Электронейромиографическое исследование проводилось на нейродиагностическом комплексе Nicolet Viking Select (США–Германия). Для оценки функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов использовали методику определения скорости проведения нервного импульса по моторным (двигательным) волокнам различных нервов верхних и нижних конечностей [10, 11]. При исследовании верхних конечностей тестируемый спортсмен находился в положении сидя, руки свободно располагались на кушетке. Проводили электрическую стимуляцию срединного нерва (*n.medianus*) в области запястья и локтевого сустава с регистрацией М-ответов (прямого ответа мышцы на раздражение моторных волокон нерва) от мышцы, приводящей большой палец (*m.abductor pollicis brevis*); стимуляцию локтевого нерва (*n.ulnaris*) в области запястья и локтевого сустава с регистрацией М-ответов от мышцы, приводящей мизинец (*m.abductor digiti minimi*). При исследовании нижних конечностей спортсмен находился в положении лежа на животе, стопы свободно свисали с кушетки. Стимулировали большеберцовый нерв (*n.tibialis*) в подколенной ямке и области сзади от медиального надмыщелка с регистрацией М-ответов от мышцы короткого сгибателя пальцев (*m.flexor hallucis brevis*). Использовали пару стандартных поверхностных электродов с межэлектродным расстоянием 20 мм.

Результаты и обсуждения. Определялись индивидуальные показатели концентрации ионов кальция в плазме крови в состоянии покоя у спортсменов-биатлонистов. Также были получены индивидуальные значения скоростей проведения по моторным волокнам срединного нерва (*n.medianus*), локтевого нерва (*n.ulnaris*) для обеих верхних конечностей и большеберцового нерва (*n.tibialis*) для обеих нижних конечностей.

По результатам исследований спортсмены были разбиты на 2 группы. В первой группе (8 человек) показатели концентрации ионов кальция в крови были в пределах нормы, а во второй группе (10 человек) – ниже нормальных значений. В каждой группе определялись средние значения этих показателей (табл. 1).

Таблица 1

**Концентрация ионов кальция в крови биатлонистов в состоянии покоя
(Mean±SE)**

Группа 1	Группа 2	Референтные значения, ммоль·л ⁻¹
1,20 ± 0,03	1,02 ± 0,09	1,15–1,33

Вычислялись также средние значения скорости проведения импульса по моторным нервным волокнам нижних и верхних конечностей для двух групп (табл.2).

Анализ результатов показал, что средние значения скоростей проведения импульса по нервным волокнам нижних и верхних конечностей (табл.2) у спортсменов обеих групп находились в пределах нормы и были достаточно высокими, что, вероятно, связано с профессиональной деятельностью биатлонистов; однако в первой группе (имеющей нормальные пока-

затели концентрации Ca^{2+}) параметры скоростей для нервов верхних конечностей были достоверно ($p < 0,05$) выше, чем во второй группе (показатели концентрации Ca^{2+} ниже нормы), причем достоверность была больше для показателей правой руки. В то же время параметры скоростей для нервов нижних конечностей не имели достоверных отличий.

Таблица 2

**Скорость проведения импульсов по моторным волокнам нервов
верхних и нижних конечностей (Mean±SE)**

Нервы	Сторона тела	Среднее значение СПИ _{эфф}	
		группа 1	группа 2
Срединный	правая	57,2±1,6	54,4±1,2
	левая	58,2±2,2	56,1±1,4
Локтевой	правая	57,5±1,8	54,3±1,9
	левая	53,5±1,8	52,7±1,6
Большеберцовый	правая	42,8±2,1	42,7±3,1
	левая	42,7±2,9	42,6±2,7

Вполне вероятно, это связано с тем, что правая рука спортсмена принимает активное участие в профессиональной деятельности биатлониста – стрельбе. Срединный нерв верхней конечности (n.medianus) осуществляет иннервацию мышц, участвующих в движении указательного пальца, а данный палец правой руки выполняет нажатие на спусковой крючок во время стрельбы; локтевой нерв (n.ulnaris) правой руки иннервирует мышцы безымянного пальца и мизинца, играющих вспомогательную роль в процессе выстрела. На соревнованиях биатлонист выполняет несколько выстрелов за ограниченное время, и мышцы его рук должны реагировать быстро и точно, возможно, поэтому параметры проведения по нервам рук более чувствительны к электролитному составу крови в тканях, окружающих нерв, чем соответствующие показатели для нижних конечностей.

Полученные нами данные согласуются с результатами работы, авторы которых установили, что изменения параметров мультисегментарных моносинаптических ответов, в частности, скорости прохождения электрического импульса по моносинаптическим нервным дугам мышц голени, сопровождаются трансформацией электролитного состава сыворотки крови у пациентов с остеохондрозом позвоночника [12].

Известно из источников литературы, что у квалифицированных спортсменов-биатлонистов концентрация ионов Ca^{2+} в тканях, окружающих нерв, находится во взаимосвязи со скоростью проведения импульса по этому нерву, а именно, снижение концентрации ионов Ca^{2+} ведет к уменьшению скорости проведения импульса по моторным волокнам нервов верхних конечностей.

Вывод. Таким образом, показатель концентрации ионов кальция в крови в состоянии покоя может использоваться в комплексной оценке функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов и разработке рекомендаций по диетическому питанию, направленному на обогащение организма кальцием.

Перспективы дальнейших исследований. Предполагается проведение исследования по определению большего спектра биохимических показателей крови, а также изучение их взаимосвязи с электронейромиографическими параметрами у спортсменов в покое и при физической нагрузке для определения функционального состояния организма спортсменов и разработки рекомендаций по коррекции тренировочного процесса и для повышения работоспособности спортсменов.

Список литературы

1. Костюк П. Г. Кальций и клеточная возбудимость / Костюк П. Г. – М. : Наука, 1986. – 255 с.
2. Назаренко Г. И. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований / Назаренко Г. И., Кишкун А. А. – М. : Медицина, 2000. – 540 с.

3. *Меерсон Ф. З.* Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. – М. : Медицина, 1988. – 254 с.
4. *Курский М. Д.* Регуляция внутриклеточной концентрации кальция в мышцах / Курский М. Д., Костерин С. А., Воробец З. Д. – К. : Наукова думка, 1986. – С. 144 .
5. *Байкушев С. Т.* Стимуляционная электромиография в клинике нервных болезней / Байкушев С. Т., Манович З. Х., Новикова В. П. – М. : Медицина, – 1974. – 144 с.
6. *Коц Я. М.* Организация произвольного движения / Коц Я. М. – М. : Наука, 1975. – 248 с.
7. *Зенков Л. Р.* Функциональная диагностика нервных болезней : руководство для врачей / Зенков Л. Р., Ронкин М. А. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : МЕДпресс-информ, 2004. – 448 с.
8. *Андрянова Е. Ю.* Электронейромиографические показатели и механизмы развития пояснично-крестцового остеохондроза / Андрянова Е. Ю., Городничев Р. М. – Великие Луки, 2006.– 119 с.
9. *Pawlak M.* Field hockey players have different values of ulnar and tibial motor nerve conduction velocity than soccer and tennis players / Pawlak M., Kaczmarek D. // Arch. Ital. Biol. – 2010. – Vol. 148, № 4. – P. 365–376.
10. *Бадалян Л. О.* Клиническая электромиография / Бадалян Л. О., Скворцов И. А. – М. : Медицина, 1986. – 368 с.
11. *Команцев В. Н.* Методические основы клинической электронейромиографии. : руководство для врачей / Команцев В. Н. – СПб., 2006. – 349 с.
12. *Тупякова О. В.* Модуляция двигательных рефлексов при остеохондрозе позвоночника и сопутствующие изменения электролитов сыворотки крови / Тупякова О. В., Андрянова Е. Ю. // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15, № 3 – С. 1.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ В КРОВИ
И СКОРОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРВНОГО ИМПУЛЬСА
У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-БИАТЛОНИСТОВ**

Галина ГАТИЛОВА, Елена КОЛОСОВА, Татьяна ХАЛЯВКА

*Научно-исследовательский институт
Национального университета физического воспитания и спорта Украины*

Аннотация. Рассмотрены особенности взаимосвязи концентрации ионов кальция в крови и скорости проведения нервного импульса у квалифицированных спортсменов-биатлонистов. Установлено, что у спортсменов, показатели концентрации ионов кальция которых находятся в пределах нормы, параметры скоростей для нервов верхних конечностей были достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у спортсменов, у которых показатели концентрации ионов кальция были снижены относительно нормы. Полученные данные могут быть использованы для оценки функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов.

Ключевые слова: скорость проведения нервного импульса, биатлон, ионы кальция, электролитный обмен.

**RELATIONSHIP OF CALCIUM ION CONCENTRATION
AND MOTOR NERVE CONDUCTION VELOCITY
IN THE QUALIFIED BIATHLON ATHLETES**

Galina GATILOVA, Elena KOLOSOVA, Tatiana KHALYAVKA

*Scientific Research Institute
of National University of Physical Education and Sport in Ukraine*

Abstract. The features of relationship of calcium ion concentration in blood and motor nerve conduction velocity in qualified biathlon athletes were investigated. It was found that athletes with normal calcium ion concentration have it in normal range, parameters of motor nerve conduction velocity of upper extremities were significantly ($p < 0.05$) higher than in athletes with the reduced calcium ion concentration. The obtained data can be used to assess the functional state of the neuromuscular system of athletes.

Key words: nerve conduction velocity, biathlon, calcium ion, electrolyte metabolism