

На правах рукописи

ЗАМУЛИНА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНЫХ, СЛУХОВЫХ  
И КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ**

03.00.13 – физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**ТОМСК 2008**

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, профессор

**Капилевич Леонид Владимирович**

**Официальные оппоненты:**

доктор медицинских наук, профессор  
кандидат медицинских наук

**Барбараш Нина Алексеевна  
Дьякова Елена Юрьевна**

**Ведущая организация:**

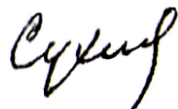
Государственное учреждение научно-исследовательский институт физиологии СО РАМН г. Новосибирск.

Защита состоится " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2008 г. в \_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.096.01 при ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Росздрава по адресу: 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, 2.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-медицинской библиотеке ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Росздрава.

Автореферат разослан " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



**Суханова Г.А.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Растущая конкуренция в спорте высших достижений обуславливает необходимость повышения эффективности начального отбора и ориентации спортсменов в подготовке от новичков до мастеров международного уровня.

Многие авторы решают одну задачу - выявление признаков, которые служили бы индикатором будущих спортивных успехов в различных видах спорта [Волков Л. В., 1997; Максименко И. Г. 2000; Никитушкин В. Г. 1998; Платонов В. Н., 2001; Филин В.П., 1997].

В настоящее время недостаточно изучена биоэлектрическая активность головного мозга спортсменов, а так же их психическое и функциональное состояние в процессе спортивной деятельности.

При обследовании спортсменов, большое внимание уделяют исследованию функционального состояния нервной системы, которая определяет индивидуальные особенности двигательных навыков, тренированности, быстроты движения, длительности поддержания спортивной формы. Систематические занятия спортом и физической культурой совершенствуют функциональное состояние нервной системы и нервно-мышечного аппарата, позволяя спортсмену овладеть сложными двигательными навыками, развивать быстроту, обеспечивать координацию движений и т. п. Это осуществляется при согласованной работе различных отделов центральной нервной системы при ведущей роли коры больших полушарий головного мозга [Сологуб Е.Б., 1997; Astrand D., 1994; Atkinson G., 1998].

Процесс обучения физическим упражнениям на уровне центральной нервной системы, представляет собой возникновение сложных нервно-мышечных актов, при которых происходит создание новых временных связей в коре головного мозга, что приводит к улучшению двигательной координации. Особенности нервной системы в значительной мере определяют степень координации движений, тренированность, быстрота движений, индивидуальные двигательные навыки [Коваленко Т. Г., 1999; Платонов В. Н., 1997; Смирнов В. Н., 2002].

Наиболее распространенными методами исследования биоэлектрической активности мозга являются электроэнцефалограмма и вызванные потенциалы (слуховые, зрительные, соматосенсорные и когнитивные – Р300). Вызванные потенциалы представляет собой комплекс волн, обычно замаскированных спонтанной биоэлектрической активностью и возникающих в ответ на подаваемый стимул или вообще на любое фиксированное событие как внутреннего, так и внешнего порядка. ВП отражают процессы переработки информации в нервной системе [Гнездицкий В.В., 2000; Зенков Л.Р., 2000].

Интенсивно ведутся работы по развитию инструментальных нейрофизиологических методов диагностики в оценке психических, познавательных функций и одним из таких распространенных методов является исследование когнитивного потенциала Р300, который связан с процессами

оценки стимула, принятием решения, памятью [Егоров, А.В. 2000, Гнездицкий В.Н., 2000, Канунников И.Е., 1995].

Все изложенное обуславливает актуальность и новизну настоящего исследования.

**Цель исследования.** Изучить особенности зрительных, слуховых и когнитивных вызванных потенциалов головного мозга у спортсменов различной специализации и квалификации.

**Задачи исследования.**

1. Исследовать латентный период и амплитуду зрительных, слуховых и когнитивных вызванных потенциалов головного мозга у спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта и тяжелой атлетике на стадии начальной спортивной специализации и спортивного совершенствования.

2. Выявить различия в характеристиках зрительных вызванных потенциалов головного мозга у спортсменов с разным уровнем спортивной квалификации.

3. Исследовать динамику характеристик вызванных потенциалов головного мозга у спортсменов в процессе тренировки.

4. Исследовать взаимосвязь характеристик вызванных потенциалов головного мозга и уровня специальной физической подготовленности спортсменов.

**Научная новизна.** Впервые показано, что характеристики зрительных вызванных потенциалов зависят от направленности тренировки – у спортсменов игровых специализаций отмечается снижение амплитуды и латентного периода, а у тяжелоатлетов – увеличение латентного периода и снижение амплитуды. Со стороны когнитивных вызванных потенциалов отмечено возрастание амплитуды наряду со снижением латентного периода. При этом у всех спортсменов отмечено снижение латентного периода и амплитуды слуховых вызванных потенциалов. Установлено, что у спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в игровых видах спорта, снижение латентного периода зрительных вызванных потенциалов выражено в большей степени, чем у игроков низкой квалификации. В процессе учебно-тренировочной деятельности на начальном этапе подготовки происходит снижение амплитуды и увеличение латентного периода зрительных вызванных потенциалов. Амплитуда когнитивного потенциала Р-300 не изменяется, а латентный период уменьшается. После годичного цикла тренировок наблюдается увеличение амплитуды и снижение латентного периода зрительных и когнитивных вызванных потенциалов. Обнаружена прямая взаимосвязь между амплитудой зрительных и когнитивных вызванных потенциалов и результатами тестов на специальную физическую подготовленность и отрицательная - между латентным периодом зрительных и когнитивных вызванных потенциалов и результатами тестов на специальную физическую подготовку.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты исследования вносят вклад в развитие фундаментальных представлений о механизмах формирования физических качеств в процессе спортивной тренировки и могут

послужить основой для совершенствования технологии учебно-тренировочного процесса и выработки критериев спортивного отбора.

Результаты исследования используются на кафедре биофизики и функциональной диагностики СибГМУ при преподавании курса «Клиническая биофизика и функциональная диагностика», на факультете физической культуры Томского государственного университета, на факультете физической культуры Томского политехнического университета.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Параметры вызванных потенциалов головного мозга спортсменов зависят от уровня квалификации и спортивной специализации. У спортсменов игровых видов спорта наблюдается снижение амплитуды и латентного периода зрительных вызванных потенциалов в сравнении с контролем. У спортсменов силовых видов спорта отмечается увеличение латентного периода и снижение амплитуды зрительных вызванных потенциалов. При этом, у спортсменов игровых видов спорта, с высокой квалификацией изменения более выражены в сравнении с спортсменами с низкой квалификацией. Со стороны когнитивных вызванных потенциалов не зависимо от специализации, отмечено возрастание амплитуды наряду со снижением латентного периода. У всех спортсменов так же отмечено снижение латентного периода и амплитуды слуховых вызванных потенциалов.

2. На начальном этапе тренировочного процесса амплитуда зрительного вызванного потенциала снижается, а латентный период увеличивается. Амплитуда когнитивного вызванного потенциала Р-300 не изменяется, а латентный период уменьшается. После годичного цикла тренировок происходит снижение латентного периода и увеличение амплитуды зрительных и когнитивных вызванных потенциалов.

3. Характеристики зрительных и когнитивных вызванных потенциалов головного мозга связаны с результативностью выполнения тестов на специальную физическую подготовленность.

### **Апробация работы.**

Основные результаты диссертации обсуждены: на Пироговской научной конференции студентов - Томск 2004 г, на Пироговской научной конференции студентов - Томск 2005 г., на международной конференции «Качество стратегия XXI века». – Томск 2005, Формирование культуры личности средствами искусства – Томск 2006 г, на VII Международном конгрессе молодых учёных и специалистов «Науки о человеке» – Томск 2006 г., на VIII Международном конгрессе молодых учёных и специалистов «Науки о человеке» – Томск 2007 г., на XX съезде физиологического общества им. И.П. Павлова – Москва 2007 г, на международной конференции «Физическая культура, здравоохранение и образование в свете идей выдающегося педагога В.С. Питрусского» – Томск 2007 г, на III Международном конгрессе «Спорт и здоровье» - С.Петербург 2007, на межрегиональной конференции «Физиологическая культура и спорт на современном этапе: проблемы, поиски решений» – Томск 2007 г, на межрегиональной конференции

«Профессионализм и культура личности» – Томск 2007 г, на VI Сибирском физиологическом съезде – Барнаул 2008 г.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 печатных работах, из них – 1 в рецензируемом журнале, рекомендованном ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 137 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы», описания собственных результатов исследований и их обсуждения, выводов и списка литературы. Диссертация иллюстрирована 88 рисунками и 3 таблицами. Список литературы содержит 126 источников, из них 95 отечественных и 31 зарубежных.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Всего было обследовано 100 человек – юношей в возрасте от 17 до 20 лет. Основную группу составили 80 человек – спортсмены, тренирующиеся по избранной специализации (табл. 1).

В первой части работы были исследованы особенности ВП у спортсменов, занимающихся игровым видом спорта (баскетбол – 28 человек) и силовым (бодибилдинг – 8 человек) видами спорта. При изучении особенностей ВП у спортсменов, в зависимости от уровня подготовки, группа спортсменов-баскетболистов была разделена на 2 подгруппы: квалифицированные спортсмены, имеющие спортивный разряд (12 человек) и неквалифицированные, занимающиеся спортом менее 3 лет, и не имеющие разряда (16 человек).

Таблица 1

Характеристика групп спортсменов

Вид спорта	кол-во человек	возраст	квалификация			
			мастер спорта	кандидат в мастера спорта	I разряд	II разряд
баскетбол	28	17-19	3	3	5	1
футбол	24	17-19	-	-	-	-
бодибилдинг	8	17-20	2	2	4	-
каратэ	20	17-20	-	-	-	-

Во второй части работы была исследована динамика ВП в процессе спортивной тренировки (за 3 семестра специальной подготовки). Были исследованы спортсмены, тренирующиеся по специализации «футбол» (24 человека) и «каратэ» (20 человек).

Контрольную группу составили 20 студентов, обучающихся на 1-2 курсе университета, занимающиеся физической культурой в рамках вузовской программы.

Критерии исключения из основных обследуемых групп:

1. Хронические заболевания нервной системы;
2. травмы голова;

3. наличие рецидивов заболеваний каких-либо других систем организма;
4. возраст менее 17 и старше 20 лет.

Критерии включения по контрольной группе:

1. допустимый возраст от 17 до 20 лет;
2. отсутствие в анамнезе заболеваний нервной системы и сердечно-сосудистой системы;
3. отсутствие на момент обследования обострения каких-либо других заболеваний.

Обследование проводилось троекратно, в I, II, III учебных семестрах.

#### **Методы исследования.**

*Электроэнцефалография* Исследование выполнялось на приборе электроэнцефалографе - анализаторе ЭЭГА – 21/26 «Энцефалан-131- 03». Электроэнцефалограф позволяет регистрировать ЭЭГ в системе отведений «10-20%» максимум по 21 каналу с возможностью расширения до 32 цифровых отведений. В состав прибора входят: блок пациента с различным набором отведений ЭЭГ и программно-методическое обеспечение (ПМО).

*Метод Вызванных потенциалов (ВП)* включает в себя стандартное ЭЭГ – исследование с зрительными, слуховыми и когнитивными потенциалами Р-300. Всем спортсменам проводилось стандартное ЭЭГ с ВП. При этом фиксировались параметры компонентов ВП: латентность, амплитуда. Отмечалось наличие острых волн и пиков, комплексов «пик-волна». Активные электроды устанавливаются на голове согласно схеме «10-20» с соблюдением симметричности и равенства межэлектродных расстояний. ЭЭГ регистрировалась в 12 отведениях. Студентов заранее инструктировали о порядке проведения исследования. Слуховые вызванные потенциалы в виде звуковых тонов с периодом 2 мс, интенсивностью 60 Дб, подавались бинаурально. Зрительные вызванные потенциалы на вспышку света, подавались на закрытые глаза, с частотой 1000 Гц, в количестве 60 стимулов. Когнитивные вызванные потенциалы в виде звуковых стимулов подавались на оба уха в псевдослучайном порядке с межстимульным интервалом 1 с. Звуки интенсивностью 60 Дб были двух модальностей: низкие (1000 Гц) и высокие (2000 Гц). Всего подавалось 100 звуковых сигналов. Студент должен был нажимать на кнопку в ответ на поступление стимула высокой тональности и не отвечать на стимул низкой тональности. Осуществлялось усреднение по «целевым» (Р-300) стимулам.

#### *Оценка общих физических качеств*

Для оценки уровня общей физической подготовки использовали систему тестов, основу которой составили контрольные упражнения по оценке быстроты, выносливости, силы, гибкости, и скоростно-силовых качеств (программа дисциплины «Физическая культура» государственного стандарта высшего профессионального образования, министерство образования Российской Федерации).

*Оценка специальных физических качеств* Для оценки специальных качеств по специализации «волейбол» использовали специализированные тесты

«Обводка трапеции с выполнением броска в кольцо», «Броски со средней дистанции», «Штрафные броски». Тесты предназначены для определения технических навыков владения мячом, точности броска со средней дистанции, точного броска с линии штрафных бросков. Для оценки специальных качеств по специализации «бодибилдинг» использовали тест «Максимальное число подтягиваний на перекладине», тест предназначен для определения силовых качеств. Для оценки по специализации «Футбол» использовали тесты «Удар на точность», «Жонглирование», тесты предназначены для определения точности, ловкости и координации в пространстве. Для оценки специализированных качеств по специализации «Каратэ» использовали специализированные тесты «Челночный бег», «Отжимания», «Пресс». Тесты предназначены для определения координации в пространстве и силовых качеств.

*Анализ данных* проводился при помощи программы Statistica 6.0 for Windows фирмы Statsoft. Полученные данные представлены в виде «среднее  $\pm$  ошибка среднего» ( $X \pm m$ ). Проверку на нормальность проводили с использованием критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки достоверности различий парных выборок использовались U критерий Манна Уитни. Взаимосвязь параметров ВП и специальной физической подготовки была оценена с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена ( $r$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Зрительные и когнитивные вызванные потенциалы головного мозга у спортсменов*

По итогам проведенной работы выявлено, что у спортсменов игровых видов спорта (волейбол) латентный период зрительных ВП в затылочных отведениях достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) в компонентах P1 на 27,1%, в P2 на 16,5%, в компоненте P3 на 14,3% по сравнению с контрольной группой (рис.1).

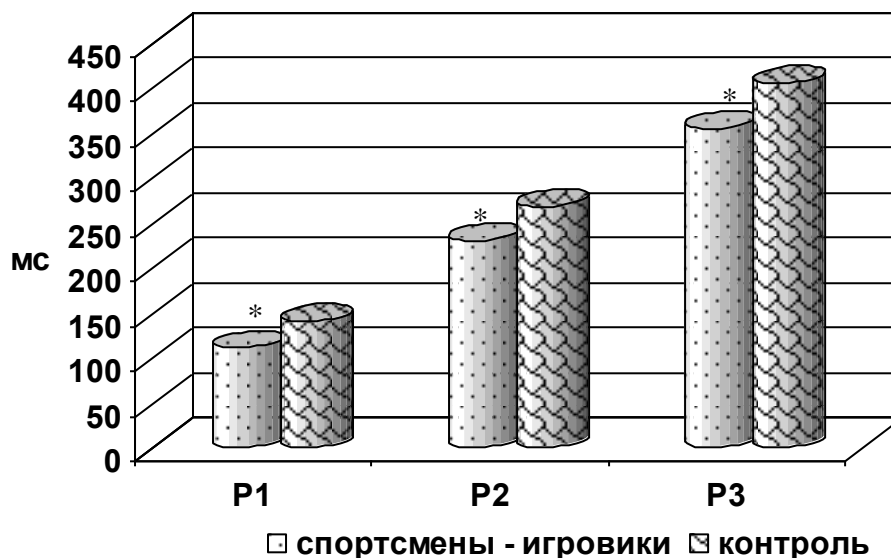


Рис.1. Латентный период зрительного вызванного потенциала, позитивные компоненты P1,P2,P3, в правой затылочной области у спортсменов – игроков (\* -  $p < 0,05$ ).



Аналогичная закономерность просматривалась и в амплитуде ВП – у спортсменов она была существенно ниже, чем в контроле, в компоненте P1 на 66,4%, P2 на 73,75%, P3 на 23%, в сравнении с контролем (рис.2).

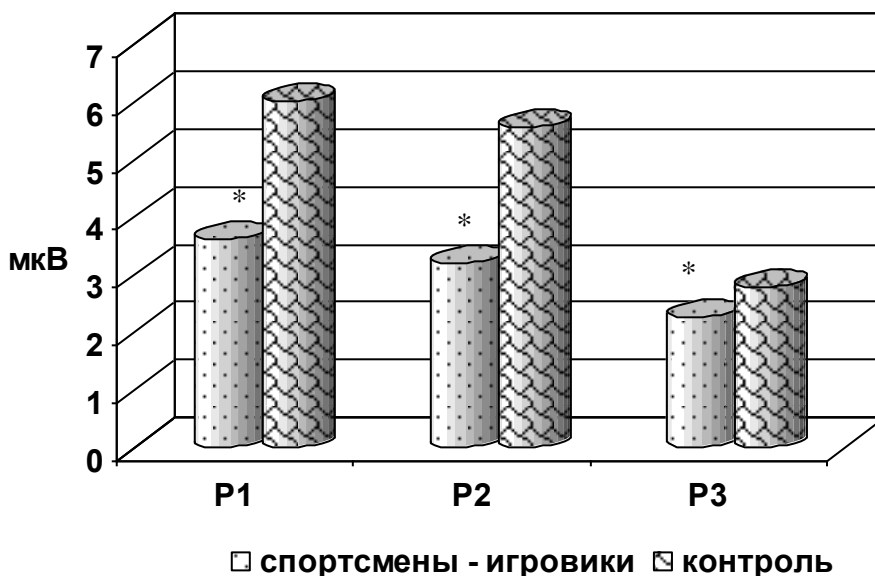


Рис.2. Амплитуда зрительного вызванного потенциала, позитивные компоненты P1, P2, P3 в затылочной области у спортсменов – игроков (\* -  $p < 0,05$ ).

У спортсменов силовых видов спорта (тяжелоатлеты) выявлено увеличение латентного периода ЗВП в затылочной области в компоненте P1 на 11%, в компоненте P2 на 3%, в компоненте P3 ЛП ниже на 1%(рис.3).

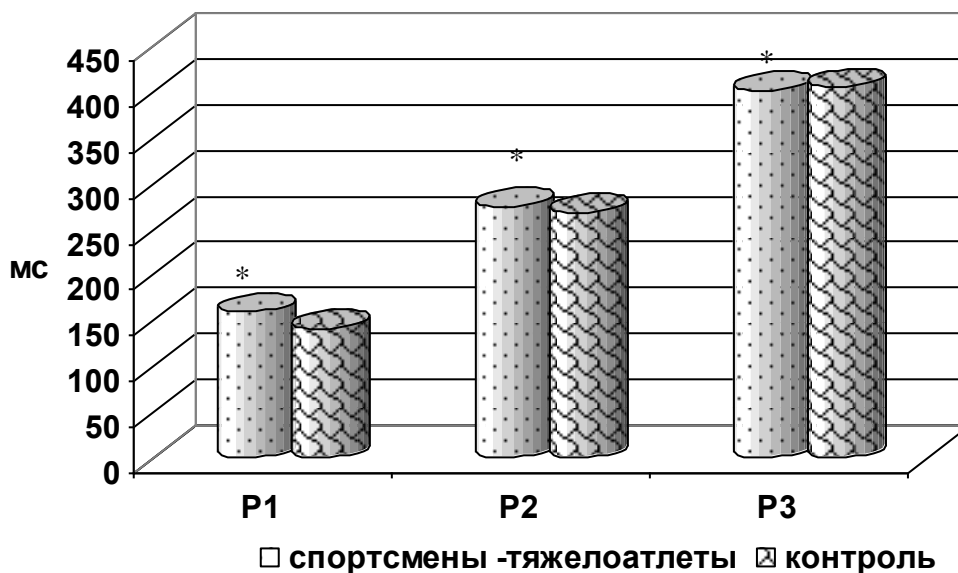


Рис.3. Латентный период зрительного вызванного потенциала, позитивные компоненты P1, P2, P3, в затылочной области у спортсменов - тяжелоатлетов (\* -  $p < 0,05$ ).

При этом значение амплитуды ЗВП ниже в группе спортсменов в компонентах P1 в 4, 9 раз, в P2 в 18 раз, в компоненте P3 в 5, 8 раз, в сравнении с контрольной группой (рис.4).

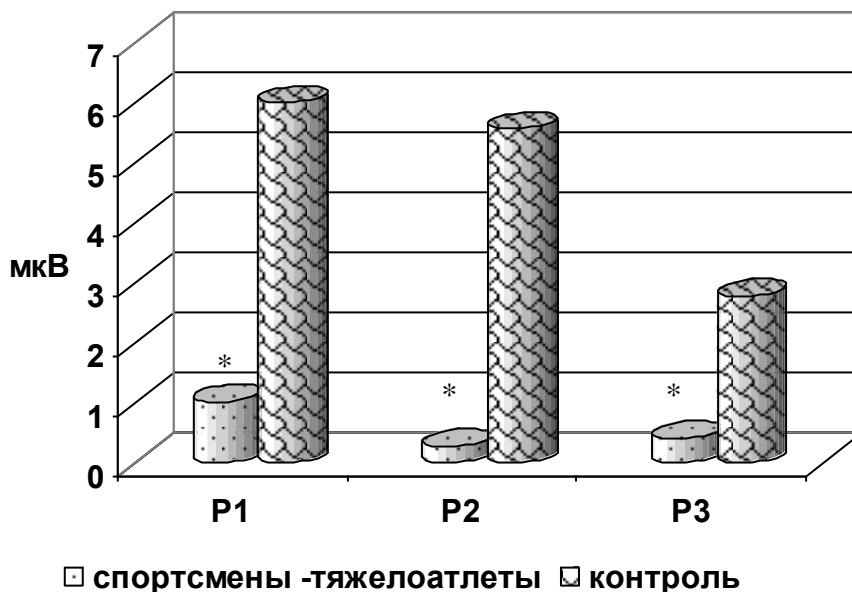


Рис.4. Амплитуда зрительного вызванного потенциала, позитивные компоненты P1, P2, P3, в затылочной области у спортсменов – тяжелоатлетов (\* -  $p < 0,05$ ).

Зрительный анализатор состоит из 3-х частей: 1) рецептор- глаз, 2) проводящие пути – зрительные нервы, зрительные тракты и подкорковые зрительные центры, 3) корковое представительство – затылочная область коры.

Коротколатентные компоненты ВП (P1 и P2) отражают анализ информации в подкорке, представляют неосознанную, неспецифическую переработку информации. Волна P3 отражает анализ информации в коре, т.е. характеризует осознанную, специфическую переработку информации в первичных и вторичных зонах коры больших полушарий. Снижение у спортсменов игровых видов спорта латентности ЗВП свидетельствует об уменьшении числа синаптических контактов, а амплитуды ЗВП - о десинхронизации работы ансамблей нейронов, что приводит к активации корковых процессов, а следовательно к возникновению новых временных связей и увеличению скорости ответной реакции на поступающее раздражение. Очевидно, что сокращение времени реакции на зрительные стимулы у спортсменов-игровиков происходит за счет сокращения числа задействованных нервных клеток и синаптических контактов.

Выявленное снижение амплитуды зрительного ВП у спортсменов-тяжелоатлетов, вследствие десинхронизации работы ансамблей нейронов, свидетельствует о быстроте протекания процессов. При этом увеличение латентного периода ЗВП, которое связано с увеличением числа синаптических контактов, приводит к снижению скорости ответной реакции на поступающее раздражение. Полученный результат исследования можно объяснить тем, что

специальная физическая подготовка спортсменов - тяжелоатлетов по специальности «бодибилдинг» не направлена на развитие скоростно-силовых качеств.

При исследовании слухового ВП у спортсменов игровых видов спорта выявлено достоверное снижение ЛП СВП в височной области в компонентах P1 на 5%, в P2 на 6%, в компоненте P3 на 14% (рис.5).

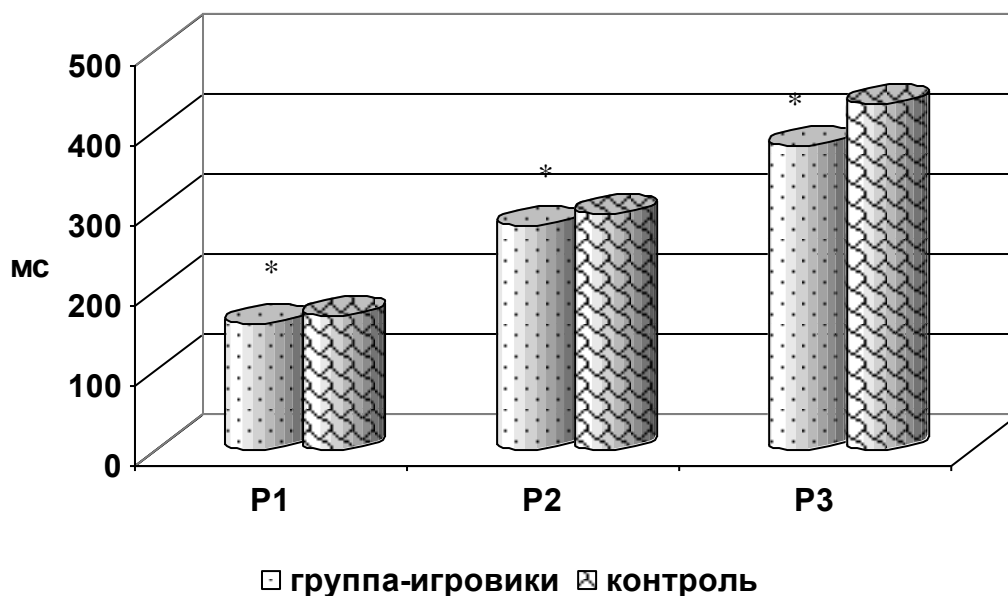


Рис.5. Латентный период слухового вызванного потенциала, позитивные компоненты P1,P2,P3, в височной области у спортсменов -игровиков (\* -  $p < 0,05$ ).

Амплитуда СВП у спортсменов игровых видов спорта достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) в височной области в компонентах P1 на 111,5%, в компоненте P2 в 3 раза, в компоненте P3 в 41 раз, в сравнение с контрольной группой (рис.6).

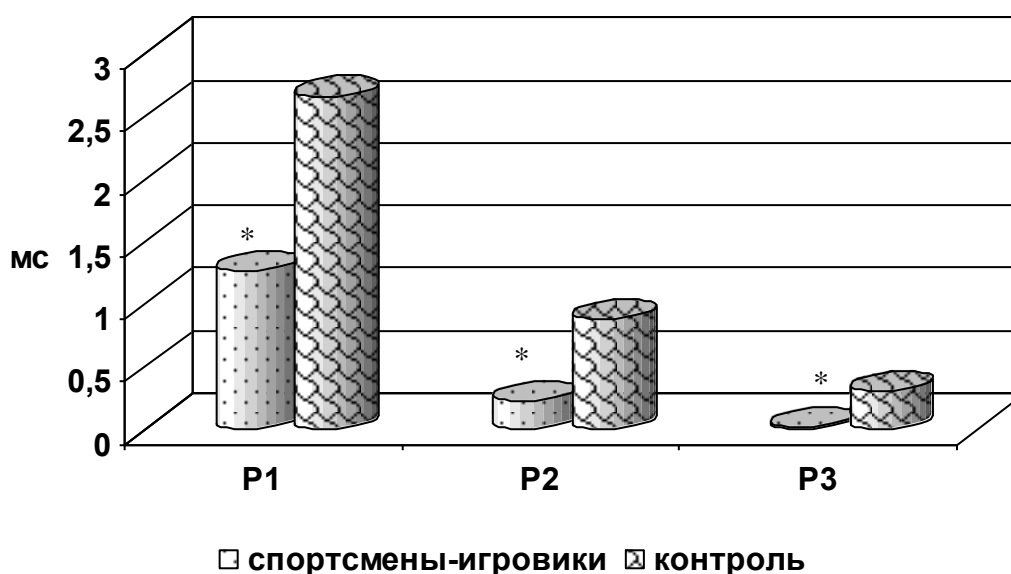


Рис.6. Амплитуда слухового вызванного потенциала, позитивные компоненты P1,P2,P3, в височной области у спортсменов-игровиков ( $p < 0,05$ ).

У спортсменов силовых видов спорта (тяжелоатлеты) отмечается снижение ЛП слухового ВП в передневисочной в компонентах: P1 на 12,5%, в P2 на 11,5%, в P3 на 6% (рис.7).

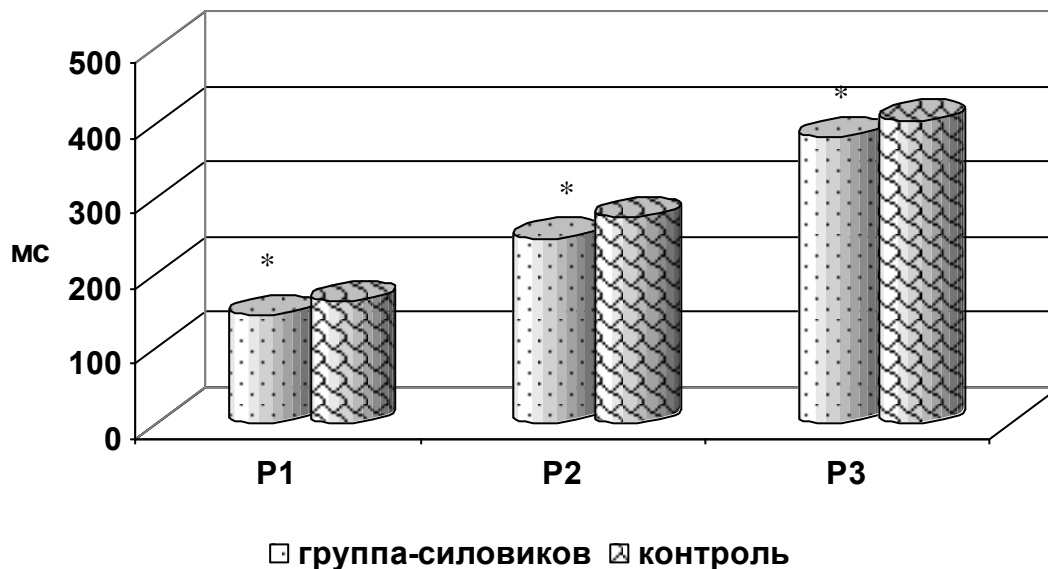


Рис.7. Латентный период слухового вызванного потенциала, позитивные компоненты P1,P2,P3, в передневисочной области у спортсменов-тяжелоатлетов (\*-  $p < 0,05$ ).

У спортсменов – тяжелоатлетов выявлено снижение амплитуды СВП в височной области в компонентах P1 на 83,4%, в P2 на 175% (рис.8).

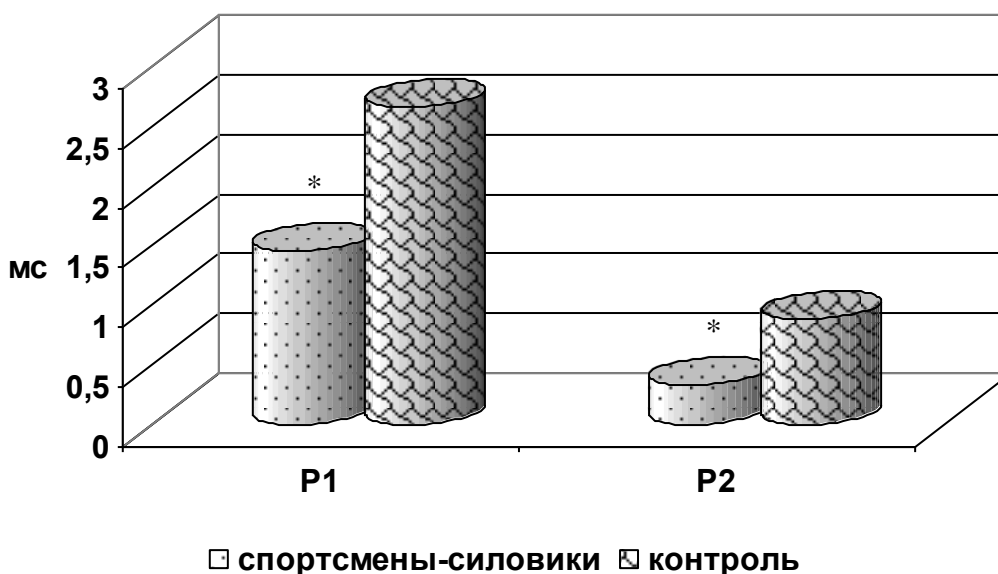


Рис.8. Амплитуда слухового вызванного потенциала, позитивные компоненты P1,P2, в височной области у спортсменов - тяжелоатлетов (\* -  $p < 0,05$ ).

Снижение амплитуды вызванных потенциалов слухового анализатора, как следствие десинхронизации нейронов, приводит к активации корковых процессов, а следовательно к возникновению новых временных связей и развитие скорости ответной реакции на поступающее раздражение. Снижение количества задействованных синапсов, приводит к снижению латентного периода и как следствие увеличение скорости передачи возбуждения. Снижение латентного периода слуховых вызванных потенциалов свидетельствует о более быстром протекании процессов передачи и переработки стимула, при этом происходит создание новых временных связей в коре головного мозга, что приводит к улучшению всей двигательной координации.

При исследовании когнитивного потенциала P300 полученные результаты отличались от изложенных выше. Латентный период когнитивного ВП P300 у спортсменов был достоверно ниже, чем в контроле, тогда как амплитуда – в полтора раза выше (рис. 9, 10).

Когнитивный потенциал P300 регистрируется в центрально-теменной области, то есть в зоне расположения третичных полей коры, выполняющих функции анализа и синтеза. При его регистрации испытуемому подается два типа раздражителей, которые он должен распознавать и выполнять на каждый соответствующие действия (нажатие кнопки), тогда как при регистрации обычных зрительных ВП анализ поступающей информации не осуществляется.

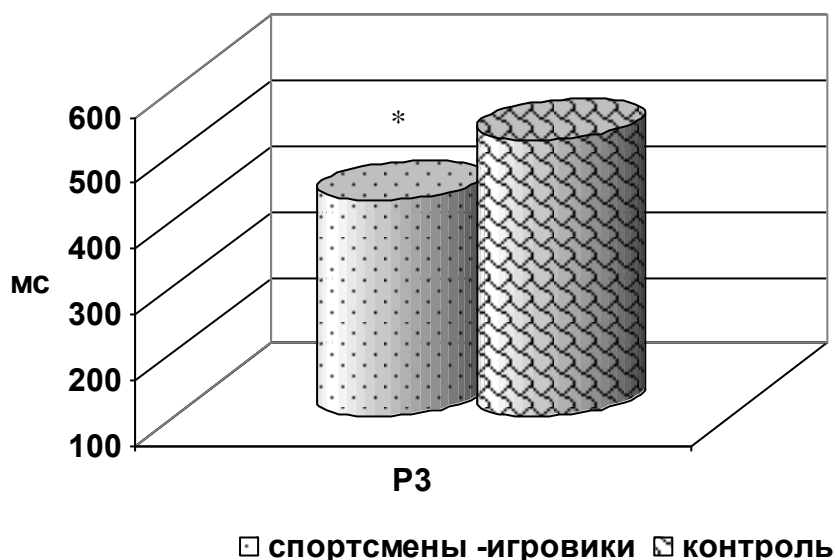


Рис. 9. Латентный период когнитивного ВП P-300 в теменной области у спортсменов – игроков ( $p < 0,05$ )

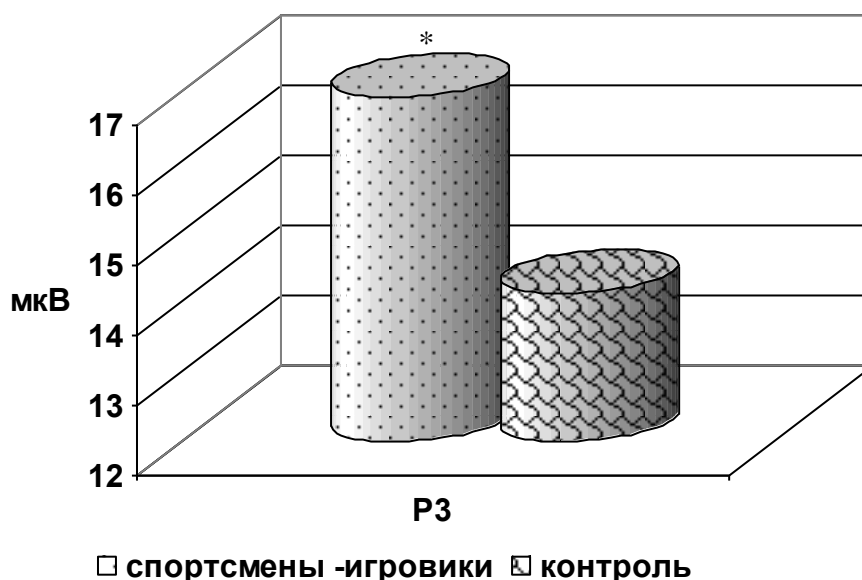


Рис.10. Амплитуда когнитивного ВП Р-300 в теменной области у спортсменов - игроков (\* -  $p < 0,05$ ).

Увеличение амплитуды и уменьшение латентного периода когнитивных вызванных потенциалов Р300, которые характеризуют происходящий анализ информации, говорит об увеличении скорости процессов переработки информации у спортсменов-игровиков по сравнению с нетренированными испытуемыми.

*Взаимосвязь характеристик зрительных вызванных потенциалов головного мозга с результативностью тренировочной деятельности*

По результатам тестирования специальной физической подготовленности из группы спортсменов-баскетболистов были выделены 2 подгруппы. Были отобраны 10 спортсменов, показавших наилучшие результаты по всем тестам (они составили первую подгруппу) и 10 – показавших наихудшие результаты (они составили вторую подгруппу). Различия между сформированными подгруппами были достоверны ( $p < 0,01$ ) по результатам всех трех тестов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты спортивных специализированных тестов у спортсменов

	квалифицированные спортсмены, n=10	не квалифицированные спортсмены, n=10
Обводка трапеции с выполнением броска в кольцо	$10,3 \pm 0,2$	$12,04 \pm 0,18^*$
Броски со средней дистанции	$6,8 \pm 0,37$	$5,4 \pm 0,24^*$
Штрафные броски	$7 \pm 0,31$	$5,2 \pm 0,37^*$

\*- статистическая значимость различий между группами ( $p < 0,01$ ).

Длительность латентного периода зрительных ВП у спортсменов, входящих в первую подгруппу, была достоверно ниже в сравнении со второй

подгруппой (рис. 11). Амплитуда зрительных ВП у спортсменов в двух подгруппах не различалась.

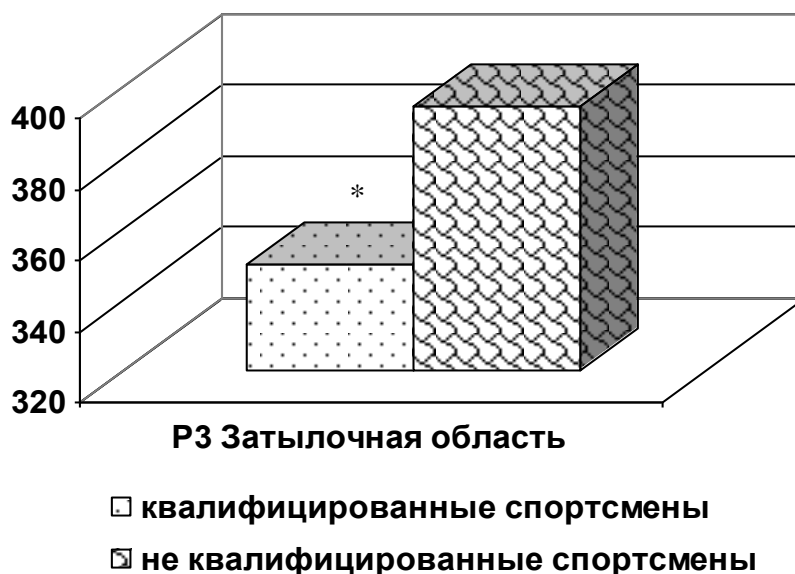


Рис.11. Латентный период зрительного вызванного потенциала, позднего компонента P3 в затылочной области у спортсменов (\* - статистическая значимость между группами,  $p < 0,001$ ).

Полученные результаты свидетельствуют, что в результате тренировочного процесса у баскетболистов центральная нервная система более эффективно осуществляет дифференцировку раздражителей. При отсутствии необходимости оценивать характер поступающего стимула (как это имеет место при регистрации зрительных ВП) максимально сокращается число задействованных в его обработке нейронов и синаптических контактов. Если же необходимо оценить качество стимула и выбрать тип реагирования на него (в случае с когнитивным потенциалом P300), у спортсменов в процесс вовлекается большее количество нейронов, чем у нетренированных людей, однако латентный период ответа у спортсменов все равно остается ниже.

Снижение амплитуды и латентного периода зрительных ВП свидетельствует о более быстром протекании процессов передачи и переработки стимула у спортсменов, при этом происходит создание новых временных связей в коре головного мозга, что приводит к улучшению всей двигательной координации.

Выявлено, что параметры зрительных ВП у спортсменов зависят от спортивной квалификации – в группе баскетболистов, более успешно выполнявших тесты на уровень развития специальных физических качеств, латентный период был достоверно ниже.

Результаты исследования позволяют предложить новые подходы к физиологическому мониторингу тренированности в игровых видах спорта, на основании результатов которого возможны совершенствование спортивного отбора и коррекция учебно-тренировочного процесса.

### Динамика ВП у спортсменов

У спортсменов (футбол, каратэ) на этапе начальной спортивной специализации на первом году учебно-тренировочного процесса отмечено снижение амплитуды и возрастание латентности зрительных вызванных потенциалов. На втором году тренировок, напротив, амплитуда достоверно увеличивается, а латентный период снижается (рис. 12, рис.13).

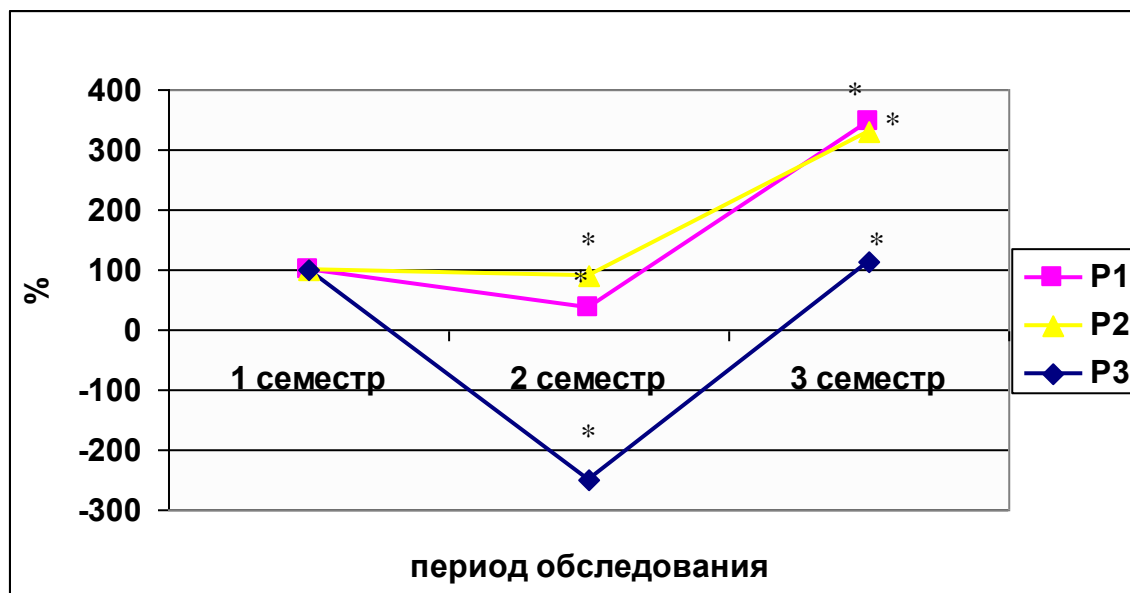


Рис.12. Показатели амплитуды зрительного вызванного потенциала, компоненты P1, P2, P3 в затылочной области у спортсменов (\*-  $p < 0,05$ ).

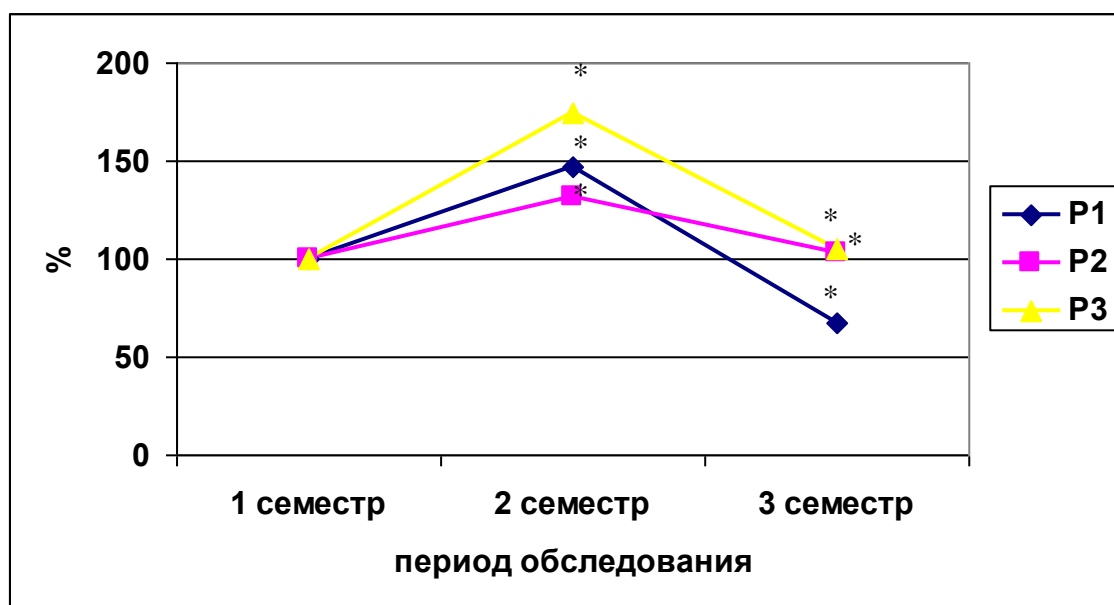


Рис.13. Показатели латентного периода зрительного вызванного потенциала, компоненты P1, P2, P3 в затылочной области у спортсменов (\*-  $p < 0,05$ ).

Интересно отметить тот факт, что снижение латентного периода ЗВП было выражено в большей степени в левой затылочной области. Вероятно, это



связано с тем, что все обследованные были правшами и, следовательно, двигательные навыки определялись преимущественно левым полушарием. В I семестре занятия по физической культуре направлены на развитие общих физических качеств, во II семестре происходит выбор специализаций и студенты тренируются по специализации «каратэ» или «футбол». Результаты тренировок отражаются на значениях ЗВП. При тренировки на развитие скоростно-силовых качеств к концу II семестра происходит снижение амплитуды, вследствие десинхронизации работы ансамблей нейронов, что приводит к активации корковых процессов, а следовательно к возникновению новых временных связей и увеличению скорости ответной реакции на поступающее раздражение. Увеличение латентного периода связано с увеличением синаптических контактов.

В начале III семестра, когда систематичность тренировок нарушается (летние каникулы) картина ЗВП меняется. Амплитуда ЗВП увеличивается, из-за синхронизации работы нейронных ансамблей, при этом скорость ответной реакции снижается. Латентный период ЗВП уменьшается, при этом количество синаптических контактов снижется, а следовательно скорость прохождения импульса увеличивается.

Амплитуда Р-300 незначительно меняется в течении первого курса в группах спортсменов «каратэ» и «футбол», в то время как в третьем семестре происходит достоверный прирост амплитуды в сравнении с первоначальным уровнем (рис.14). Латентность Р-300 во втором семестре несколько увеличивается, а в третьем напротив, снижается (рис.15)

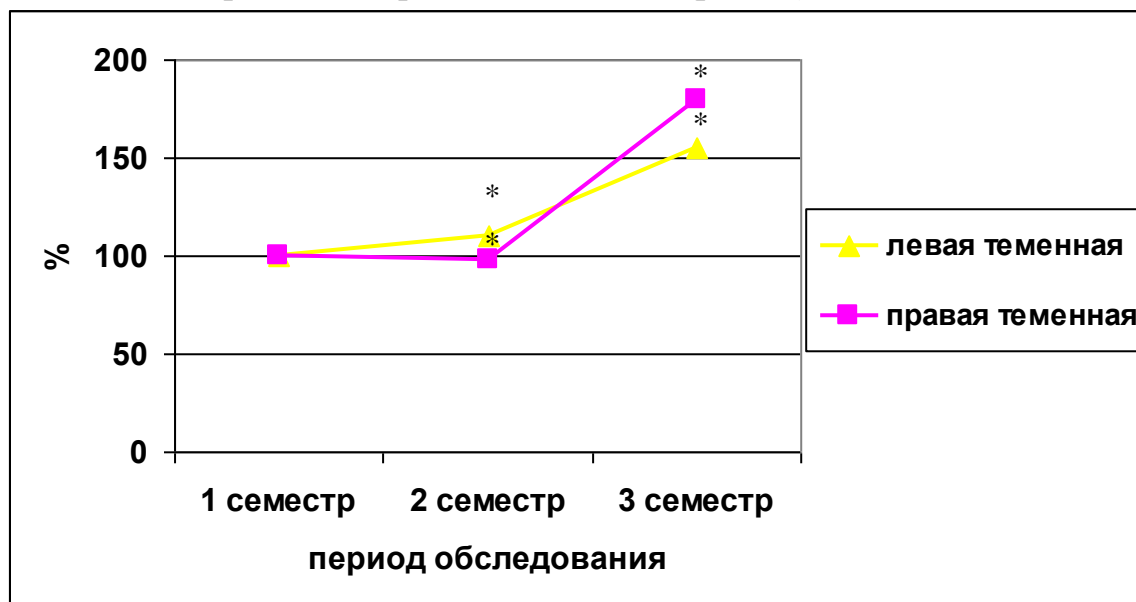


Рис.14. Показатели амплитуды когнитивного потенциала Р-300 в теменной области у спортсменов (\*-  $p < 0,05$ ).

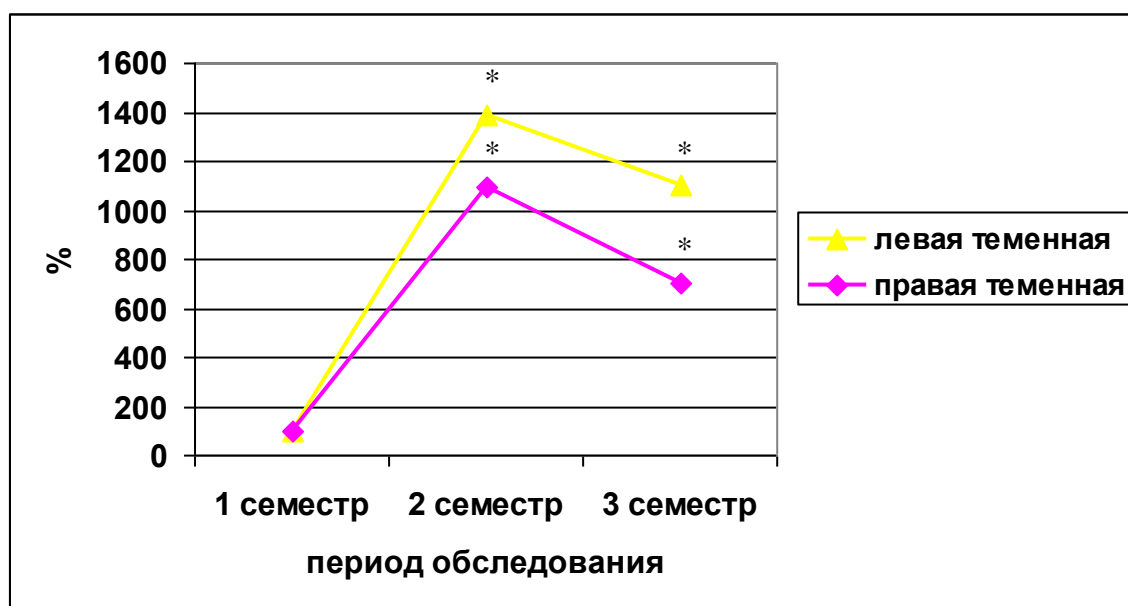


Рис.15. Показатели латентного периода когнитивного потенциала Р-300 в теменной области у спортсменов (\*-  $p < 0,05$ ).

Во II семестре занятия по физической культуре направлены в основном на развитие общих физических качеств, и происходит ориентация занятий на специальную физическую подготовку «каратэ» и «футбол». В это время, амплитуда когнитивного ВП Р-300 в правой теменной области снижается, а в левой теменной области незначительно повышается. Латентный период Р-300 увеличивается. В III семестре когда физическая нагрузка мотивирована на развитие специальных скоростно-силовых качеств, происходит рост амплитуды и снижение латентного периода, вследствие десинхронизации работы нейронов и снижении числа синаптических контактов.

#### *Исследование специальных физических качеств*

У спортсменов отмечен прирост специальных физических качеств по тестам на специальную физическую подготовку, проведенных в I,II,III учебных семестрах. У группы «футбол» прирост среднего значения по тестам «Удары на точность», составил во II семестре 9%, в III 27%. Специализированный тест у группы «футбол» «Жонглирование», во II семестре прирост специальных физических качеств составил 7%, в III 22,6%. У спортсменов по специализации «каратэ» в тесте «челночный бег» прирост среднего значения во II семестре составил 4,3%, в III семестре 11%. В тесте «Отжимания» прирост среднего значения во II семестре произошел на 4,6%, в III семестре на 12,3%. В тесте «Пресс» прирост среднего значения специальных физических качеств составил 4,7%, в третьем 15,4%. Отмечено, что на начальном этапе учебно-тренировочного процесса (первый курс – первых два семестра) преимущественно развиваются общие физические качества – быстрота, сила и выносливость. Прирост специальных физических качеств в этот период незначителен. Выраженное улучшение специальной физической подготовленности было зафиксировано на втором курсе, в третьем семестре.

*Исследование взаимосвязи специальных физических качеств со значениями ВП*

Во второй части работы оценивалась связь между амплитудой и латентностью вызванных потенциалов и результатами тестов на специальную физическую подготовленность. На рис. 16 представлены величины коэффициента сопряженности Спирмена для тех вариантов, где связь была достоверна ( $p < 0,05$ ).

Как видно из представленных результатов, у футболистов наблюдается прямая сопряженность амплитуды ЗВП и когнитивного ВП с уровнем специальной физической подготовленности ( $r_{\phi} = 0,624$  ( $p < 0,05$ ) и  $0,639$  ( $p < 0,05$ ), соответственно), у каратистов ( $r_{\kappa} = 0,531$  ( $p < 0,05$ ) и  $0,678$  ( $p < 0,05$ ), соответственно). Латентность обоих потенциалов, напротив, имела отрицательную сопряженность с развитием специальных физических качеств у футболистов ( $r_{\phi} = -0,428$  ( $p < 0,05$ ) для Р300 и  $r_{\phi} = -0,459$  ( $p < 0,05$ ) для ЗВП), у каратистов ( $r_{\kappa} = -0,456$  ( $p < 0,05$ ) для Р300 и  $r_{\kappa} = -0,442$  ( $p < 0,05$ ) для ЗВП)

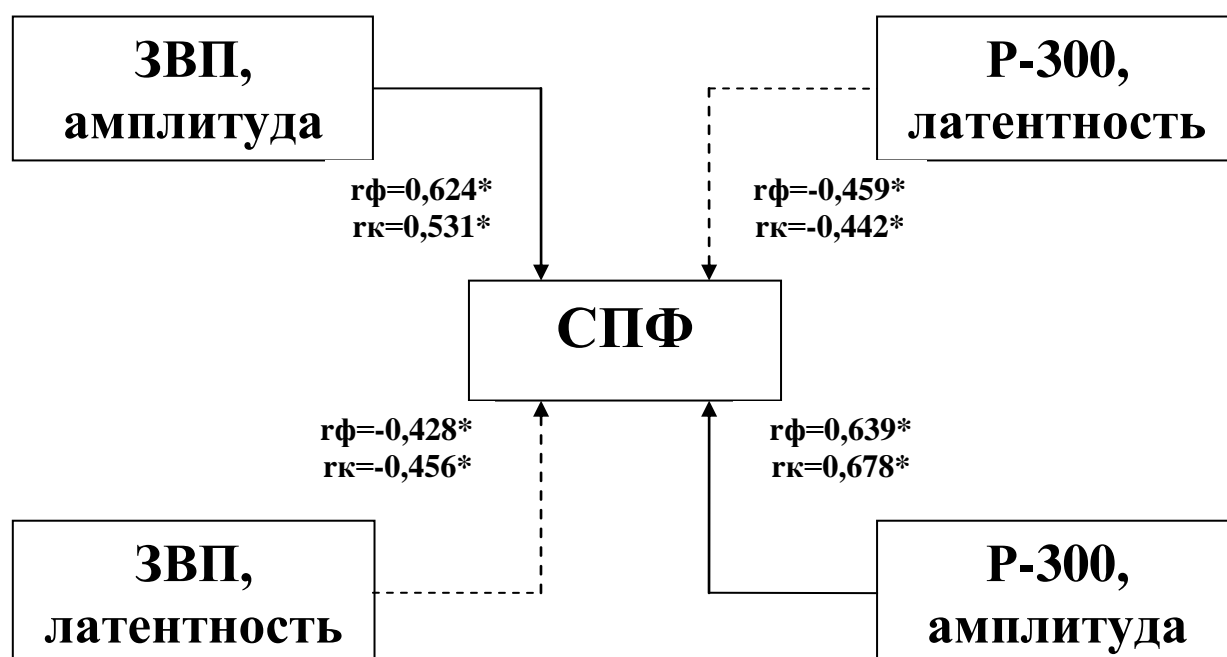


Рис.16. Величины коэффициентов взаимной сопряженности для футбола ( $r_{\phi}$ ) и для карате ( $r_{\kappa}$ ) между параметрами зрительных и когнитивных вызванных потенциалов и показателями специальной физической подготовленности спортсменов (\* - достоверность связи,  $p < 0,05$ ).

## **Выводы**

1. Характеристики зрительных вызванных потенциалов зависят от направленности тренировки – у спортсменов игровых специализаций отмечается снижение амплитуды и латентного периода, а у тяжелоатлетов – увеличение латентного периода и снижение амплитуды. Со стороны когнитивных вызванных потенциалов отмечено возрастание амплитуды наряду со снижением латентного периода. При этом у всех спортсменов отмечено снижение латентного периода и амплитуды слуховых вызванных потенциалов.

2. У спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в игровых видах спорта, снижение латентного периода зрительных вызванных потенциалов выражено в большей степени, чем у игроков низкой квалификации.

3. В процессе учебно-тренировочной деятельности у спортсменов – игроков на начальном этапе подготовки происходит снижение амплитуды и увеличение латентного периода зрительных вызванных потенциалов. Амплитуда когнитивного вызванного потенциала не изменяется, а латентный период возрастает. В то же время после годичного цикла тренировок наблюдается снижение латентного периода и увеличение амплитуды зрительных и когнитивных вызванных потенциалов.

4. Обнаружена прямая корреляционная взаимосвязь между амплитудой зрительных и когнитивных вызванных потенциалов и результатами тестов на специальную физическую подготовленность и обратная отрицательная взаимосвязь - между латентным периодом зрительных и когнитивных вызванных потенциалов и результатами названных тестов.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Капилевич, Л. В. Реактивность ЦНС на афферентные стимулы у спортсменов - волейболистов / Л. В. Капилевич, Е. В. Замулина, В. Г. Шилько // Организация и методика учебного процесса, оздоровительной и физкультурно - спортивной работы. – Москва, 2006 . – Ч. 2. – С. 177 - 179

2. Замулина, Е. В. Исследование зрительных, слуховых и когнитивных потенциалов головного мозга у спортсменов – волейболистов / Е. В. Замулина // «Науки о человеке» VII конгресс молодых ученых и специалистов. – Томск, 2006. – С. 152 - 153

3. Замулина, Е. В. Вызванные потенциалы головного мозга на различные афферентные стимулы у спортсменов-волейболистов / Е.В. Замулина, Л.В. Капилевич // Формирование культуры личности средствами искусства. – Томск, 2006. – С. 166-167.

4. Замулина, Е. В. Характеристика зрительных и когнитивных вызванных потенциалов головного мозга у баскетболистов / Е. В. Замулина, Л. В. Капилевич, В. Г. Шилько // Физическая культура, здравоохранение и образование в свете идей выдающегося педагога В. С.Питрусского. – Томск, 2007. – С. 49 - 52

5. Капилевич, Л. В. Зрительные и когнитивные вызванные потенциалы головного мозга у спортсменов / Л. В. Капилевич, Е. В. Замулина В. Г. Шилько // Теория и практика физической культуры. – 2007. - №3. - С. 59 - 61

6. Капилевич, Л. В. Зрительные и когнитивные вызванные потенциалы головного мозга у баскетболистов / Л. В. Капилевич, Е. В. Замулина, В. Г. Шилько // Спорт и здоровье: Мат-лы III международного конгресса. - С.Петербург: Олимп – СПб, 2007 - С. 74 - 75

7. Замулина, Е. В. Биоэлектрические характеристики активности головного мозга в связи с особенностями формируемых двигательных навыков и уровня тренированности / Е. В. Замулина // «Науки о человеке»: VIII конгресс молодых ученых и специалистов. – Томск, 17-18 мая 2007. – С. 180 - 181

8. Замулина, Е. В. Исследование потенциалов головного мозга у спортсменов – волейболистов / Е. В. Замулина, Л. В. Капилевич, В. Г. Шилько // Материалы XX Съезда физиологического общества имени И.П. Павлова. – Москва, 2007. - с.234

9. Замулина, Е. В. Исследование зрительных потенциалов у спортсменов-каратистов / Е. В. Замулина, Л. В. Капилевич // Физическая культура и спорт на современном этапе: проблемы, поиски решений.- Томск: ТПУ, 2007. - С. 102-104

10. Замулина, Е. В. Зрительные вызванные потенциалы головного мозга у спортсменов / Е. В. Замулина, Л. В. Капилевич, В. Г. Шилько // Профессионализм и культура личности. – Томск: ТГУ, 2007. – С. 239 - 242

11. Капилевич, Л. В. Вызванные потенциалы головного мозга у занимающихся карате / Л. В. Капилевич, Е. В. Замулина // VI Сибирский физиологический съезд – тезисы докладов. - Барнаул, 2008. - Т. 2. - с.97

12. Капилевич, Л. В. Взаимосвязь вызванных потенциалов головного мозга с уровнем специальной физической подготовленности футболистов / Л. В. Капилевич, Е. В. Замулина // Бюллетень сибирской медицины. – Томск, 2008. - № 2. - С. 112 - 114.

### **Список условных сокращений**

**АД** – артериальное давление

**ВП** – вызванный потенциал

**ЗВП** – зрительный вызванный потенциал.

**СВП** – слуховой вызванный потенциал

**СВПМС** – слуховой вызванный потенциал мозгового ствола

**ССВП** – соматосенсорные вызванные потенциалы

**СФП** – специальная физическая подготовленность

**ЦНС** – центральная нервная система

**ЧСС** – частота сердечных сокращений

**ЭМГ** – электромиограмма

**ЭЭГ** – электроэнцефалограмма

Тираж 100. Заказ 100.  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

