

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.126.10>

ПРОБЛЕМЫ МАНУАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ

Обзор

Давыдова С.С.^{1,*}, Сычев В.С.², Назирова А.А.³, Аношкина Н.Л.⁴, Медведев А.Д.⁵

¹ ORCID : 0000-0001-9740-1465;

² ORCID : 0000-0003-2855-8893;

³ ORCID : 0000-0002-2901-4719;

^{1, 2, 3, 4} Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Российская Федерация

⁵ Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (selena-dav[at]rambler.ru)

Аннотация

Анализировалась динамика функциональной асимметрии мозга (ФАМ) у лиц разной спортивной специализации и не занимающихся спортом. Регулярный тренировочный процесс и физические нагрузки отражали различные аспекты становления и развития ФАМ. Рассматривались спорные вопросы оценки функциональной асимметрии мозга неопределенность которых делает сложный реальный анализ моторной асимметрии. При исследовании моторной асимметрии обнаруживаются неспецифические влияния различных форм физической активности на характер и становление асимметрии. Внутримозговые связи между сенсорными и моторными механизмами сложны. Латентный период зрительных и слухомоторных реакций уменьшается с усилением правой латерализации по руке и глазу. Латерализация по правой руке и уху обеспечивает лучшую оценку времени, что очень важно в целом ряде видов спорта.

Ключевые слова: мануальная асимметрия, изменение моторного профиля, физическая нагрузка, тренировочный процесс.

THE PROBLEMS OF MANUAL ASYMMETRY

Review article

Davidova S.S.^{1,*}, Sichev V.S.², Nazirova A.A.³, Anoshkina N.L.⁴, Medvedev A.D.⁵

¹ ORCID : 0000-0001-9740-1465;

² ORCID : 0000-0003-2855-8893;

³ ORCID : 0000-0002-2901-4719;

^{1, 2, 3, 4} Semenov-Tyan-Shansky Lipetsk State Pedagogical University, Lipetsk, Russian Federation

⁵ N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russian Federation

* Corresponding author (selena-dav[at]rambler.ru)

Abstract

The dynamics of functional brain asymmetry (FBA) was analysed in individuals with different types of sports and those who do not participate in sports. Regular training process and physical activity reflected different aspects of FBA formation and development. Controversial issues of functional brain asymmetry estimation were examined, the uncertainty of which makes the real analysis of motor asymmetry difficult. The study of motor asymmetry reveals non-specific effects of various forms of physical activity on the nature and formation of asymmetry. Intracerebral connections between sensory and motor mechanisms are complex. The latent period of visual and auditory and motor reactions decreases with increasing right hand and eye lateralization. Right hand and ear lateralization provides better time estimation, which is very important in a number of types of sports.

Keywords: manual asymmetry, change in motor profile, physical activity, training process.

Введение

Функциональная асимметрия мозга (ФАМ) – феномен, отражающий неодинаковые функциональные проявления левого и правого полушарий в реализации моторных, сенсорных и психических задач. Наиболее заметным проявлением асимметрии является моторная (МА). Под этим подразумевается совокупность характеристик неравенства функций рук, ног, мышц правой и левой половины тела [18].

Из практических соображений часто требуется выделить ведущую конечность. Обычно учитывают ее предпочтение, более частое использование при выполнении действий ногой или рукой, большую силу и эффективность, быстроту и точность выполнения тех или иных двигательных задач и преобладание (доминирование) при совместном использовании обеих конечностей [18], [24]. Особое значение это играет в спортивной практике [1], [2].

Исследователи отмечают, что для большинства людей правая рука является ведущей, следовательно, в моторной функции левое полушарие является доминантным. Количество праворуких в разных популяциях взрослого населения составляют от 75-80% до 95-97%. Эти значения неодинаковы в различных регионах, меняются в течение короткого исторического периода, зависят от пола, возраста, этнокультурных особенностей и, видимо, некоторых других факторов. Так, в странах европейской цивилизации доля леворуких в среднем составляет 5-10%, но в последнее время

удельный вес людей с преимущественным использованием левой руки возрос до 20-25%. В странах традиционно восточной культуры (Китай, Япония) их менее 5%. С другой стороны, мнение о том, что МА с возрастом сглаживается [4], [12] сталкивается с исследованиями, которые обнаруживают даже усиление асимметрии как у мужчин, так и у женщин в старших возрастных категориях [25].

Такие разночтения могут быть связаны с разными факторами, из которых одним их важнейших является отсутствие общепринятых оценок МА. Кроме того, МА – явление в значительной степени наследуемое. Однако пенетрантность соответствующей генной комбинации – около 50%. Полной ясности с генетикой руки нет. Аннет [3] предложена генетика руки людей, в которой она определяется одним геном (рецессивно кодирующая леворукость). Вместе с тем ряд авторов полагают зависимость от пары генов [5]. Исследования показывают наличие более сложной комбинации, которая в итоге и влияет на реализацию признака, его пенетрантность. Кроме того анализ осложняет неоднородность выборок, а в ряде случаев их текучесть (например в спортивных группах).

Психогенетики также ставят вопрос об экспрессии признака, то есть его количественной выраженности, в том числе степени доминирования. Один из методов количественной оценки МА с помощью коэффициента праворукости предлагают Брагин Н.Н. и Доброхотова Т.А. [5].

Цель нашего исследования – анализ актуальных и нерешенных проблем ФАМ и, в частности, МА.

Задача исследования – оценить роль различных факторов в изменении моторной латерализации и ее особенности.

Основная часть

Обследовались группы учащейся молодежи разных спортивных специализаций, занимающихся и не занимающихся спортом.

Возраст испытуемых юношей и лиц контрольной группы составил 16-22 года и 22-28 лет. Кроме того исследовались особенности динамики МА у студенток, изучающих иностранный язык и у детей 8-11 лет занимающихся борьбой дзюдо.

Набор тестов позволяет оценить использование левой или правой рук при выполнении ряда манипуляций.

$$K = \frac{E_{\text{пр}} - E_{\text{л}}}{E_{\text{пр}} + E_{\text{л}} + E_{\text{о}}}, \text{ где}$$

$E_{\text{пр}}$ – количество проб, выполняемых правой рукой,

$E_{\text{л}}$ – количество проб, выполняемых левой рукой,

$E_{\text{о}}$ – любой рукой, без предпочтения.

Этот коэффициент меняется в диапазоне от – 100% (все выполнено левой рукой) до +100% (все выполняется правой рукой).

В типичном случае распределение $K_{\text{пр}}$ в популяции близко к нормальному, особенности которого могут быть связаны с какими-то возмущающими средовыми факторами. При рассмотрении такой кривой можно выделить группы леворуких (их, как правило, очень мало) и группы праворуких с разными коэффициентами праворукости, которые можно охарактеризовать как лиц с сильно ($K_{\text{пр}} = 75-100\%$), средне ($K_{\text{пр}} = 50-75\%$) и слабо выраженной праворукостью ($K_{\text{пр}} = 25-50\%$). Лиц с $K_{\text{пр}}$ от – 25 до +25% можно отнести к амбидекстрам. Могут быть другие варианты, но даже такого деления, мы думаем, достаточно, чтобы в значительной степени унифицировать показатели руки и их изменения в сторону большей или меньшей латерализации.

При анализе полученных данных были использованы методы вариационной статистики с использованием вычислительной техники и программного пакета Microsoft Excel 2010.

Перестройки в моторной сфере и изменения моторного профиля асимметрии могут проявляться по-разному. Характер тренировочного процесса направлен на достижение высокого спортивного результата, который зависит от различных особенностей физической нагрузки и не только. Исследования отмечают ослабление МА и вообще ФАМ в видах спорта с выраженной симметрией движений (плавание, лыжи и т.д.) [12], [15], [16], факторы ведущие к таким изменениям не всегда понятны и могут носить неспецифический характер. Например, наши исследования группы молодых футболистов 16-18 лет в течение года позволили обнаружить у 70% изменения МА, хотя тренировочный процесс у них не направлен на развитие особенностей верхних конечностей. Наблюдение за спортсменами-студентами, получающими образование в сфере физической культуры, показали уменьшение доли сильно праворуких ($K_{\text{пр}} 75-100\%$) у юношей [26]. Аналогичные изменения были обнаружены и в группе высококвалифицированных пловцов [27]. У пловцов заметны отсечение сильно выраженной праворукости.

Изменения МА в тренировочном процессе затрагивают не всех спортсменов. Известно, что у части леворуких высокий уровень нейротизма [19], что осложняет психологическую адаптацию к неблагоприятным событиям спортивной жизни. На это накладываются особенности тренировочного процесса, который организует конкретный тренер и индивидуальные психофизиологические характеристики спортсмена [3].

Это может приводить к «выдавливанию» части спортсменов с выраженной леворукостью и соответствующими психологическими особенностями из данного вида спорта. Происходит своеобразный отбор людей с определенными характеристиками, которые позволяют добиваться достижения полезного результата с помощью специфических особенностей ФАМ, вообще, и МА в частности [17].

Студенческая популяция в плане исследований обладает одним важным преимуществом – это довольно стабильная часть дема в течении 4-5 лет. Отток существует, но он не радикален. Поэтому можно предполагать, что изменения ФАМ связаны с влиянием более менее однородных тренировочных факторов. По мере обучения в вузе обнаруживается ослабление асимметрии. Особенно это заметно среди борцов-юношей. При этом у небольшой части спортсменов высокой квалификации изменение МА не происходит. Это характерно для юношей с высоким $K_{\text{пр}}$. У девушек-спортсменок старших курсов изменения руки носили схожий характер с юношами. У девушек не спортсменок, студенток-филологов, специализирующихся на изучении иностранных языков такие изменения не обнаружались. Более того, на четвертом курсе доля праворуких с высоким коэффициентом праворукости достоверно

выше, чем на первом, что ранее не проявлялось с такой отчетливостью. Анализ ситуации показал, что в процессе обучения произошло усиление компонентов связанных с использованием компьютера. Возможно, это результат соответствующего характера обучения, который с точки зрения собственной моторики к движению не имеет прямого отношения [20].

Изменения, которые обнаруживаются при изучении динамики МА, носят ограниченный характер и могут быть достаточно лабильными.

Изменения Кпр у большинства борцов-юношей (для других видов спорта картина не имеет такой определенности) приближаются к значениям 30-40%.

Возможно, это показатели организации мозга оптимальные для эффективного достижения полезного результата. Прочность такой перестройки, по-видимому, носит индивидуальный характер, который зависит от качества природных особенностей, лежащих в основе навыков.

Николаенко Н.Н. [14] справедливо отмечает, что в ряде случаев нужно учитывать разные особенности использование руки целиком или ее части. Степень использования конечности, рук в частности, зависит от конкретной задачи. Разные двигательные задачи могут требовать участия всей руки, целой конечности, только пальцев (манипуляции с ножницами) или сложной комбинации нервно-мышечных компонентов, включающих и руки и ноги.

МА формируется в онтогенезе. Морфофункциональная основа левого и правого полушария не вполне одинакова уже на момент рождения. Это проявляется в том, что часть детей очень рано проявляет тенденцию выполнять простейшие движения определенной рукой. Когда основная рука левая, это бросается в глаза. Тем не менее, исследования показывают, что у большей части детей до трех лет нет выраженного предпочтения в использовании той или иной руки, хотя Чермит К.Д.[23] наблюдал преимущество левой или правой рук уже в 4-5 месяцев. На этапе 3-9 лет закрепляются и автоматизируются основные механизмы асимметрии, формируется доминантность по руке и речи [3], [13], наблюдается увеличение доли, преимущественно, правого профиля (до 36%) [11]. Степень доминирования (экспрессии) правой стороны при освоении двигательных навыков может меняться [19].

Как полагают авторы, за этими процессами стоят асинхронные и гетерохронные механизмы мозга, которые отвечают за кортиколизацию и специализацию левого и правого полушарий.

Характер изменений находится под контролем генов и разнообразных средовых факторов, влияющих на реализацию врожденных программ. Можно обратить внимание на видимый рост числа леворуких в европейских странах и США. По некоторым оценкам эта часть популяции достигает 15-20% и более. Правда, нет уверенности, что это истинное число леворуких, так как цифры не сопровождаются описанием методик, выявляющих МА. Но, по крайней мере, число пользующихся левой рукой стало больше, и это, во многом, связано с разрушением социальных стереотипов, требующих переучивания левопишущих детей.

Становление латерализации – явно системный адаптивный процесс, направленный на оптимизацию достижения конечного полезного результата. Изменения МА – процесс, в котором контролирующие левое и правое полушария устанавливают баланс в котором перевес на стороне левого полушария. Левополушарные механизмы фокальны, точно организованы и лучше приспособлены для решения задач, требующих высокой точности. Это справедливо не только для манипуляций руками, но и механизмов контролирующих речь. В моторной коре представительство руки (особенно пальцев) занимает непропорционально много места. Возможно, именно это обеспечивает единство речедвигательной функции и сложноорганизованных точных движений. Такого рода механизмы, объединенные условнорефлекторными связями, должны обладать преимуществом в выполнении чисто человеческих двигательных задач (навык письма, сложные манипуляции кистью при рисовании, игре на музыкальных инструментах и т.д.). Очень важную роль в этом играет обучение, которое опирается на врожденные конструкции нервно-мышечного аппарата.

Правополушарные механизмы лучше обеспечивают функции опоры, статические усилия, необходимые для выполнения различных операций. Сологуб Е.Б. [19] утверждала, что если в обычных ситуациях не ведущая левая рука отстает от ведущей по координационным возможностям, в нестандартных ситуациях эффективность механизмов левой руки оказывается более высокой [18]. Мышцы не ведущей левой руки содержат больше быстрых мышечных волокон, обладающих лучшими взрывными сократительными характеристиками.

Таким образом, лево- и правополушарные механизмы оказываются взаимодополняющими, в единстве обеспечивающие решение конкретных двигательных (и не только) задач. В зависимости от них и меняется ФАМ, в частности МА, что может приводить к усилению, ослаблению или комбинированию соответствующих компонентов.

Радикальной переделке ФАМ, как показывают отдельные наблюдения, мозг «сопротивляется», сохраняя природнообусловленные механизмы контроля и управления левым-правым [13].

Известны большие трудности переобучения леворуких детей в начальной школе, взрослых при освоении профессий, требующих двурукость (лапароскопическая техника в хирургии и т.д.). Трудности переделки ФАМ или ее изменения, по-видимому, детерминируются сложной генетикой, соответствующей программы, в которой могут обладать разной гибкостью и жесткостью.

На межполушарные различия могут оказывать влияния и функциональные состояния, например, стресс, утомление и т.д. [18], [21]. При заболеваниях активируются правополушарные механизмы, а левополушарные снижают активность [21]. Значительная физическая нагрузка в 59% случаев инвертирует межполушарные отношения, хотя в состоянии спокойного бодрствования не менее двух третей случаев демонстрируют левополушарное доминирование [7].

По этой причине, в частности, окружающая обстановка может благоприятствовать доминированию левополушарных навыков либо может тормозить и задерживать моторное и сенсорное развитие. В случае более слабых межнейронных связей, что характерно для правого полушария, могут «разваливаться» некоторые функциональные ансамбли, сложившиеся к этому времени. Это происходит с частью леворуких при раннем обучении в школе [11].

Некоторые компоненты ФАМ формируются достаточно долго (до 14-17 лет), что, по-видимому, обеспечивает их достаточную уязвимость, пластичность в отношении различных средовых факторов, прежде всего обучения, тренировки [13].

Многие авторы отмечают определенные особенности моторного профиля, характерные для спортсменов разных специализаций. У спортсменов-теннисистов чаще обнаруживается леворукость и амбидекстрия, у борцов-дзюдоистов – амбидекстрия. Картина может быть более сложной, включать сенсорные компоненты, ноги и т.д. [9], [22]. Так, Леутин В.П. утверждал, что высококвалифицированные спринтеры и метатели обладают выраженным правомоторным доминированием и левосторонним доминированием в сенсорной сфере [10], [13]. Сологуб Е.Б. [19] утверждает, что асимметрия снижает скорость бега. МА может выступать в виде части ФАМ, которая носит комплексный, системный характер. В частности, предпочтение какой-либо руки или ноги может зависеть от сложности навыков, в которых моторные элементы занимают место, соответствующее индивидуальным особенностям управления и контроля. В результате, у борцов амбидекстрия носит «ложный» характер, спортсмену не все равно, какой рукой выполнять то или иное действие [14].

Есть наблюдения, что в критических ситуациях мозг переученных людей включает такие природные, генетически детерминированные механизмы. Косвенным подтверждением этому служит активация правого полушария при адаптации к экстремальным природно-климатическим условиям [13].

Что касается спортсменов, исследований того, как ведет себя переобученность в разных ситуациях и в течение длительного времени пока нет.

Тем не менее, по наблюдениям ряда авторов «переделка» латерального доминирования у части леворуких (без уточнения их количественных характеристик) снижает качество ряда важных механизмов и способствует падению эффективности управления движениями [8]. Важную роль при этом играет характер процесса переделки моторики, последовательность переобучения, что явно не всегда учитывается, особенно если переобучение вынужденное, связанное, например, с травмой.

Кроме того нужно иметь ввиду, что правая рука у правшей более эффективно выполняет привычные действия, а левая, за которой стоит правое полушарие, сложные, в неопределенной ситуации, при дефиците времени.

Заключение

Пока нет единого мнения и ясности на влияние переделки латерализации. Насколько консервативны или пластичны профили асимметрии по зрению и слуху неизвестно. Наши исследования не обнаружили изменений полей зрения в процессе тренировок у юных футболистов в течение года, но это предмет дальнейшего изучения, так как внутримозговые связи между сенсорными и моторными механизмами достаточно сложны. Например, латентный период зрительных и слухомоторных реакций уменьшается с усилением правой латерализации по руке и глазу. Латерализация по правой руке и уху обеспечивает лучшую оценку времени, что очень важно в целом ряде видов спорта [6].

Повлияет ли изменение латерализации, например, в дзюдо на эти характеристики пока неясно.

Перестройка ФАМ и МА зависит от характера тренировочного процесса, направленного на эти изменения. Но кроме этого ряд вопросов ставят неспецифические изменения, которые связаны с определенным воздействием в моторной сфере, типа изменений МА при занятиях футболом.

В конечном итоге, по-видимому, результаты зависят от оптимальной комбинации тех или иных психофизиологических особенностей вписывающихся в психологическую и физиологическую организацию человека.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Антропова Л.К. Функциональная асимметрия мозга и индивидуальные психофизиологические особенности человека / Л.К. Антропова, О.С. Андронникова, В.Ю. Куликова и др. // Медицина и образование в Сибири. — Новосибирск, 2011. — № 3. — С. 4.
2. Антропова Л.К. Современные направления в исследовании функциональной межполушарной асимметрии и пластичности мозга / Л.К. Антропова, О.С. Андронникова, В.Ю. Куликова и др. // Материалы Всероссийской конференции с межд. участием. — М. : Научный мир, 2010. — С. 75-78.
3. Бердичевская Е.М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт / Е.М. Бердичевская // Функциональная межполушарная асимметрия. — М. : Научный мир, 2004. — С. 636-671.
4. Бодров В.А. Оценка функционального состояния летчиков и показатели межполушарной асимметрии / В.А. Бодров, А.Г. Федорук // Космическая и авиакосмическая медицина. — М. : Медицина, 1986. — Т. 20. — № 6. — С. 18-21.
5. Брагина Н.Н. Функциональные асимметрии человека / Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. — М. : Медицина, 1981. — 288 с.

6. Бушов Ю.В. Индивидуальные особенности человеческого восприятия длительности временного интервала / Ю.В. Бушов, Н.Н. Несмелова // Физиология человека. — № 20(3). — С. 30-35.
7. Грушина Л.Р. Динамика межполушарной асимметрии в зависимости от уровня физической нагрузки / Л.Р. Грушина, И.Р. Хабибуллина, Э.Р. Румянцева // Теория и практика физической культуры. — М., 2009. — № 4. — С. 40-42.
8. Гутник Б.И. Функциональная асимметрия и возможные физиологические механизмы ее активного отражения в мануальной деятельности растущего организма : автореф. дисс. ... докт. биол. наук / Б.И. Гутник. — М., 1990. — 49 с.
9. Ермаков П.Н. Асимметрия двигательных реакций верхних и нижних конечностей у человека / П.Н. Ермаков // Физиология человека. — 1986. — Т. 12. — № 3. — С. 507-508.
10. Ефимова И.В. Профиль латеральной организации моторных и сенсорных функций студентов, занимающихся боксом / И.В. Ефимова, В.Н. Симонов, Е.В. Будыка // Физиология человека. — 2012. — Т. 6. — № 4. — С. 18-24.
11. Зельдович Я.И. Распределение профиля латерализации моторной и сенсорной функций у детей 6-7 лет / Я.И. Зельдович // Новые исследования. — 2004. — № 1-2. — С. 122.
12. Игнатова Ю.П. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии (обзор литературы) / Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, О.Ю. Зенина и др. // Экология человека. — 2016. — Т. 23. — № 9. — С. 30-39.
13. Леутин В.П. Функциональная асимметрия мозга. Мифы и действительность / В.П. Леутин, Е.И. Николаева. — СПб.: Речь, 2008. — 368 с.
14. Николаенко Н.Н. Организация моторного контроля и особенности функциональной асимметрии мозга у борцов / И.Н. Николаенко, С.В. Афанасьев, М.М. Михеев // Физиология человека. — 2001. — Т. 27. — № 2. — С. 68-75.
15. Медведева Н.Е. Исследование мануальной асимметрии в аспекте сенсомоторной работоспособности : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Н.Е. Медведева. — М., 2017. — 23 с.
16. Поляков В.М. Моторная асимметрия в онтогенезе (обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) / В.М. Поляков, Л.И. Колесникова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2006. — № 5. — С. 322-321.
17. Реброва Н.П. Межполушарная асимметрия и психические процессы / Н.П. Реброва, М.П. Чернышова. — СПб., 2004. — 96 с.
18. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. — Спорт, 2015. — 620 с.
19. Сологуб Е.Б. Спортивная генетика / Е.Б. Сологуб, В.А. Таймазов, И.А. Афанасьева. — СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2017. — 164 с.
20. Сычев В.С. Изменение мануальной асимметрии в разновозрастных группах в процессе обучения и тренировочной деятельности / В.С. Сычев, С.С. Давыдова, А.А. Назирова // Международный научно-исследовательский журнал. — Екатеринбург, 2021. — № 12(114). — Ч. 2. — С. 99-102.
21. Фокин В.Ф. Динамические свойства функциональной межполушарной асимметрии / В.Ф. Фокин // Актуальные вопросы функциональной межполушарной асимметрии. — М.: Научный мир, 2004. — С. 322-323.
22. Хапчаев И.Л. Межполушарная функциональная асимметрия мозга / И.Л. Хапчаев // Научные проблемы гуманитарных исследований. — 2012. — № 2. — С. 311-316.
23. Чермит, К.Д. Динамика симметрии и асимметрии в теории спортивной тренировки / К.Д. Чермит // Теория и практика физической культуры. — 1994. — № 8. — С.29-32.
24. Шляпников М.Ф. Особенности функциональной моторной асимметрии рук субъективных правшей / М.Ф. Шляпников, Н.Е. Медведева // Материалы Всероссийской с межд. участием конференции по управлению движением. — Великие Луки, 2006. — С. 122-123.
25. Stoyanov Z. Handedness proportions in Bulgaria: II sex and age differences / Z. Stoyanov, P. Nikolova, D. Stavrev et al. // *Asymmetry*. — 2014. — Vol. 8. — № 1. — P. 5-12.
26. Sychev V.S. Manual brain asymmetry in different training conditions / V.S. Sychev, S.S. Davydova // *Psychophysiology News*. — 2020. — № 1. — P. 136-138.
27. Sychev V.S. Features of formation of manual asymmetry under physical loads / V.S. Sychev, S.S. Davydova // *Psychophysiology News*. — 2019. — № 1. — С. 100-101.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Antropova L.K. Funkcional'naja asimmetrija mozga i individual'nye psihofiziologicheskie osobennosti cheloveka [Functional asymmetry of the brain and individual psychophysiological features of a person] / L.K. Antropova, O.S. Andronnikova, V.Ju. Kulikova et al. // *Medicina i obrazovanie v Sibiri* [Medicine and education in Siberia]. — Novosibirsk, 2011. — № 3. — P. 4. [in Russian]
2. Antropova L.K. Sovremennye napravlenija v issledovanii funkcional'noj mezhpolutsharnoj asimmetrii i plastichnosti mozga [Modern directions in the study of functional interhemispheric asymmetry and brain plasticity] / L.K. Antropova, O.S. Andronnikova, V.Ju. Kulikova et al. // *Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhd. uchastiem* [Proceedings of the All-Russian Conference with int. participation]. — M. : Nauchnyj mir, 2010. — P. 75-78. [in Russian]
3. Berdichevskaja E.M. Funkcional'naja mezhpolutsharnaja asimmetrija i sport [Functional interhemispheric asymmetry and sport] / E.M. Berdichevskaja // *Funkcional'naja mezhpolutsharnaja asimmetrija* [Functional interhemispheric asymmetry]. — M. : Nauchnyj mir, 2004. — P. 636-671. [in Russian]
4. Bodrov V.A. Ocenka funkcional'nogo sostojanija letchikov i pokazateli mezhpolutsharnoj asimmetrii [Assessment of the functional state of pilots and indicators of interhemispheric asymmetry] / V.A. Bodrov, A.G. Fedoruk // *Kosmicheskaja i*

aviakosmicheskaja medicina [Space and aerospace medicine]. — M. : Medicina, 1986. — Vol. 20. — № 6. — P. 18-21. [in Russian]

5. Bragina N.N. Funkcional'nye asimmetrii cheloveka [Functional human asymmetries] / N.N. Bragina, T.A. Dobrohotova. — M. : Medicina, 1981. — 288 p. [in Russian]

6. Bushov Yu.V. Individual'nye osobennosti chelovecheskogo vosprijatija dlitel'nosti vremennogo intervala [Individual features of human perception of the duration of the time interval] / Yu.V. Bushov, N.N. Nesmelova // Fiziologija cheloveka [Human Physiology]. — № 20(3). — P. 30-35. [in Russian]

7. Grushina L.R. Dinamika mezhpolutsharnoj asimmetrii v zavisimosti ot urovnja fizicheskoj nagruzki [Dynamics of interhemispheric asymmetry depending on the level of physical activity] / L.R. Grushina, I.R. Habibullina, E.R. Rumjanceva // Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury [Theory and practice of physical culture]. — M., 2009. — № 4. — P. 40-42. [in Russian]

8. Gutnik B.I. Funkcional'naja asimmetrija i vozmozhnye fiziologicheskie mehanizmy ee aktivnogo otrazhenija v manual'noj dejatel'nosti rastushhego organizma [Functional asymmetry and possible physiological mechanisms of its active reflection in the manual activity of a growing organism] : abstr. dis. ... of PhD in Biology / B.I. Gutnik. — M., 1990. — 49 p. [in Russian]

9. Ermakov P.N. Asimmetrija dvigatel'nyh reakcij verhnih i nizhnih konechnostej u cheloveka [Asymmetry of motor reactions of the upper and lower extremities in humans] / P.N. Ermakov // Fiziologija cheloveka [Human Physiology]. — 1986. — Vol. 12. — № 3. — P. 507-508. [in Russian]

10. Efimova I.V. Profil' lateral'noj organizacii motornyh i sensornyh funkcij studentov, zanimajushihhsja boksom [Profile of the lateral organization of motor and sensory functions of students involved in boxing] / I.V. Efimova, V.N. Simonov, E.V. Budyka // Fiziologija cheloveka [Human Physiology]. — 2012. — Vol. 6. — № 4. — P. 18-24. [in Russian]

11. Zel'dovich Ya.I. Raspredelenie profilja lateralizacii motornoj i sensornoj funkcij u detej 6-7 let [Distribution of the lateralization profile of motor and sensory functions in children aged 6-7 years] / Ya.I. Zel'dovich // Novye issledovanija [New research]. — 2004. — № 1-2. — P. 122. [in Russian]

12. Ignatova Ju.P. Sovremennye aspekty izuchenija funkcional'noj mezhpolutsharnoj asimmetrii (obzor literatury) [Modern aspects of the study of functional interhemispheric asymmetry (literature review)] / Ju.P. Ignatova, I.I. Makarova, O.Ju. Zenina et al. // Jekologija cheloveka [Human Ecology]. — 2016. — Vol. 23. — № 9. — P. 30-39. [in Russian]

13. Leutin V.P. Funkcional'naja asimmetrija mozga. Mify i dejstvitel'nost' [Functional asymmetry of the brain. Myths and reality] / V.P. Leutin, E.I. Nikolaeva. — SPb.: Rech', 2008. — 368 p. [in Russian]

14. Nikolaenko N.N. Organizacija motornogo kontrolja i osobennosti funkcional'noj asimmetrii mozga u borcov [Organization of motor control and features of the functional asymmetry of the brain in wrestlers] / I.N. Nikolaenko, S.V. Afanas'ev, M.M. Miheev // Fiziologija cheloveka [Human Physiology]. — 2001. — Vol. 27. — № 2. — P. 68-75. [in Russian]

15. Medvedeva N.E. Issledovanie manual'noj asimmetrii v aspekte sensomotornoj rabotosposobnosti [Study of manual asymmetry in the aspect of sensorimotor performance] : abstr. dis. ... of PhD in Medical Sciences / N.E. Medvedeva. — M., 2017. — 23 p. [in Russian]

16. Poljakov V.M. Motornaja asimmetrija v ontogeneze (obzor literatury otechestvennyh i zarubezhnyh avtorov) [Motor asymmetry in ontogenesis (a review of the literature of domestic and foreign authors)] / V.M. Poljakov, L.I. Kolesnikova // Bjulleten' VSNC SO RAMN [Bulletin of the VSNC SO RAMS]. — 2006. — № 5. — P. 322-321. [in Russian]

17. Rebrova N.P. Mezhpolutsharnaja asimmetrija i psihicheskie processy [Interhemispheric asymmetry and mental processes] / N.P. Rebrova, M.P. Chernyshova. — SPb., 2004. — 96 p. [in Russian]

18. Solodkov A.S. Fiziologija cheloveka. Obshhaja. Sportivnaja. Vozrastnaja [Human physiology. General. Sports. Age] / A.S. Solodkov, E.B. Sologub. — Sport, 2015. — 620 p. [in Russian]

19. Sologub E.B. Sportivnaja genetika [Sports genetics] / E.B. Sologub, V.A. Tajmazov, I.A. Afanas'eva. — SPb. : Publishing House of the Polytechnic University, 2017. — 164 p. [in Russian]

20. Sychev V.S. Izmenenie manual'noj asimmetrii v raznovozrastnyh gruppah v processe obuchenija i trenirovochnoj dejatel'nosti [Changes in manual asymmetry in groups of different ages in the process of learning and training activities] / V.S. Sychev, S.S. Davydova, A.A. Nazirova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — Yekaterinburg, 2021. — № 12(114). — Pt. 2. — P. 99-102. [in Russian]

21. Fokin V.F. Dinamicheskie svojstva funkcional'noj mezhpolutsharnoj asimmetrii [Dynamic properties of functional interhemispheric asymmetry] / V.F. Fokin // Aktual'nye voprosy funkcional'noj mezhpolutsharnoj asimmetrii [Topical issues of functional interhemispheric asymmetry]. — M.: Nauchnyj mir, 2004. — P. 322-323. [in Russian]

22. Hapchaev I.L. Mezhpolutsharnaja funkcional'naja asimmetrija mozga [Interhemispheric functional asymmetry of the brain] / I.L. Hapchaev // Nauchnye problemy gumanitarnyh issledovanij [Scientific problems of humanitarian research]. — 2012. — № 2. — P. 311-316. [in Russian]

23. Chermit, K.D. Dinamika simmetrii i asimmetrii v teorii sportivnoj trenirovki [Dynamics of symmetry and asymmetry in the theory of sports training] / K.D. Chermit // Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury [Theory and practice of physical culture]. — 1994. — № 8. — P. 29-32. [in Russian]

24. Shljapnikov M.F. Osobennosti funkcional'noj motornoj asimmetrii ruk sub'ektivnyh pravshoj [Features of functional motor asymmetry of the hands of subjective right-handers] / M.F. Shljapnikov, N.E. Medvedeva // Materialy Vserossijskoj s mezhd. uchastiem konferencii po upravleniju dvizheniem [Materials of the All-Russian with int. participation in the traffic control conference]. — Velikie Luki, 2006. — P. 122-123. [in Russian]

25. Stoyanov Z. Handedness proportions in Bulgaria: II sex and age differences / Z. Stoyanov, P. Nikolova, D. Stavrev et al. // Asymmetry. — 2014. — Vol. 8. — № 1. — P. 5-12.

26. Sychev V.S. Manual brain asymmetry in different training conditions / V.S. Sychev, S.S. Davydova // Psychophysiology News. — 2020. — № 1. — P. 136-138.

27. Sychev V.S. Features of formation of manual asymmetry under physical loads / V.S. Sychev, S.S.Davydova // Psychophysiology News. — 2019. — № 1. — С. 100-101.