

ISSN 2225-6016

# ВЕСТНИК

*Смоленской государственной  
медицинской академии*

*Том 16, №2*

2017



УДК 611.73

**СПИРАЛЕВИДНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН НА ТЕЛЕ ЧЕЛОВЕКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ (ОБЗОР)**© Гришина К.М.<sup>1</sup>, Сафоненкова Е.В.<sup>2</sup>, Бубненко О.М.<sup>2</sup><sup>1</sup>Смоленская государственная медицинская академия, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28<sup>2</sup>Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Россия, 214018, Смоленск, пр-т Гагарина, 23

*Резюме:* спиралевидные закручивания мышц отражают структурное и функциональное единство скелетной мускулатуры. Наличие спиралей на туловище и всех звеньях конечностей является важным фактором в осуществлении оптимального уровня объема движений. Под влиянием целенаправленных физических нагрузок скелетные мышцы специализируются – просматривается их спиралевидная направленность. В качестве реализации этих представлений был разработан костюм биодинамической коррекции движений, способствующий восстановлению симметрии тела и сохранению положительных достижений реабилитации. Цель исследования заключалась в выявлении спиралевидного строения взаимосвязей скелетной мускулатуры и закономерностей ее формообразования у человека, оценке их значения для практики спорта и реабилитации после травм.

*Ключевые слова:* спирали, мышцы, мышечные волокна, функция, реабилитация

**THE SPIRAL ARRANGEMENT OF MUSCLE FIBERS IN THE BODY FROM THE POINT OF VIEW OF BIOMECHANICS (REVIEW)**Grishina K.M.<sup>1</sup>, Safonenkova E.V.<sup>2</sup>, Bubnenkova O.M.<sup>2</sup><sup>1</sup>Smolensk State Medical Academy, Russia, 214019, Smolensk, Krupskaya St., 28<sup>2</sup>Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Russia, 214018, Smolensk, Gagarin Av., 23

*Summary:* spiral tightening of the muscles reflect the structural and functional unit of skeletal muscles. The presence of spirals on the trunk and all branches of the limbs is an important factor in the implementation of the optimal level of range of motion. Under the influence of purposeful physical activity skeletal muscle specialize – seen their spiral orientation. As the implementation of these ideas was developed to suit the movement correction that help restore body symmetry and preservation of positive achievements of rehabilitation. The purpose of the study was to identify the helical structure of interrelations of skeletal muscle and its patterns of morphogenesis in humans, the evaluation of their significance for the practice of sports and rehabilitation after injuries.

*Key words:* spirals, muscles, muscular fibers, function, rehabilitation

**Введение**

Мышцы – органы тела животных и человека, состоящие из соединительной и мышечной (поперечнополосатой) ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов [2, 4]. От работы мышц зависит подвижность звеньев тела относительно друг друга и функционирование всех физиологических процессов [3]. По мнению ряда авторов, с биомеханической точки зрения, расположение мышц на теле человека можно рассмотреть как мышечные спирали, способные сохранять симметрию тела и обеспечивать их взаимные вращательно-поступательные движения. [5, 6, 8, 11].

В состав мышечных спиралей входят мышцы, участвующие в пространственных движениях, что обеспечивает относительное строение функциональных спиралей [16, 19]. В работах отечественных авторов практически не встречается сведений о спиралевидном строении скелетной мускулатуры. С учетом сказанного, целью настоящего обзора явилось выявление спиралевидного строения скелетной мускулатуры и закономерностей ее формообразования у человека с оценкой значения мышечных спиралей для практики спорта и реабилитации после травм.

## Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что в организме человека наблюдается две противоположно ориентированные мышечные спирали (рис. 1). На рисунке изображены кривые линии: сплошные спереди, пунктирные сзади, иллюстрирующие правые (П) и левые (Л) спирали расположения мышц у человека. Если совместить винтообразные кривые, то становится заметным почти полное совпадение их направлений закручивания справа и слева, спереди и сзади, что отражает симметрию структурных противоположностей [9, 12, 13].

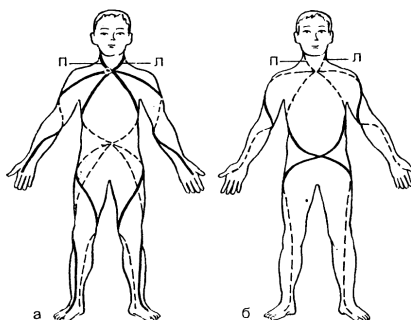


Рис. 1. Схема спиралевидного расположения скелетных мышц в кинематической цепи (а – начало от грудно-ключично-сосцевидных мышц; б – начало от ременных мышц головы. П – правые спирали; Л – левые спирали)

К. Tittel описывает мышцы при различных физических упражнениях спортсменов и группы мышц, действующих совместно, которые называются «мышечными петлями» [20]. Следовательно, спиралевидность – это комплекс мышц, выполняющих конкретное движение, что служит предопределяющим фактором для ее возникновения. Такое взаимодействие мышц наиболее оптимально для обеспечения разнообразия движений и существования адаптивной жизнестойкости человека к гравитации Земли. «Спиралевидную» ориентацию определяют не только по направлению движения целых мышц, но и по отдельным частям мышечных пучков.

На теле человека наиболее изучены схемы расположения мышц груди и живота. Выделяют две спиральные системы мышц противоположного действия – право- и левовинтного вращения. На туловище и шее эти двигательные петли более стабильны при смене позы. На верхних и нижних конечностях двигательные спирали изменяются при смене позы, что обуславливает антагонистическое единство мышц при движении в шаровидном суставе [12]. Это было показано с помощью электромиографии, проведенной у лиц высокой спортивной формы, то есть движение становится индивидуальным, как подчерк человека [9].

### Значение спиралей (петель) для практики спорта

Для выполнения конкретной двигательной задачи необходимо оперативное объединение мышц, обладающих различными функциями. Временная и пространственная синхронизация их работы обеспечивает гибкое приспособление индивида к условиям среды. Эти объединения имеют свою структурную и управляющую основу [2].

Постоянное напряжение мышечных спиралей туловища обеспечивают удержание внутренних органов в определенном топографическом месте, определяет уникальные движения позвоночного столба, грудной клетки, сочетанную работу дыхательной мускулатуры (рис. 2А).

Начинаясь в области шеи, работа спиралей последовательно передается мышцам грудной клетки и живота. Перекрещиваясь со спиралью противоположной стороны, каждая мышечная спираль как бы обвивает туловище и переходит на другую половину тела [13].

Антагонистические мышечные спирали конечностей для вращательных движений звеньев вокруг продольной оси не только производят движение, но и амортизируют и гасят ударные волны при локомоциях и падениях (рис. 2Б).

Взаимодействие спиралей конечностей отражает биомеханическую функцию суставов. Мышечные спирали формируют и объединяют организм в единую систему, передающую усилия по цепи звеньев тела [6].

Переходя с одной стороны тела на другую и объединяя правую и левую половины тела, мышечные спирали создают единую мышечную систему с многообразными функциями. В этой

системе мышцы выполняют и местные, и общие (в составе спирали) функции. Общие функции включают сохранение билатеральной симметрии тела в гравитационном поле Земли, уникальные движения позвоночного столба и конечностей, сочетанные поступательно-вращательные движения туловища и конечностей, перекрестную координацию работы пояса верхних и нижних конечностей при ходьбе. Мышечные спирали являются надежной системой амортизации, использующей уступающую работу мышц для гашения толчков и сотрясений, возникающих при локомоциях. За счет спирального объединения мышц оптимизируются процессы стояния, ходьбы, внешнего дыхания, тока крови, лимфы. Несомненно, они объединяются в сложную систему работой ЦНС [11].



Рис. 2. Мышечные спирали туловища (А) и конечностей (Б)

### **Применение спиралей при реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом (ДЦП)**

Метод применения понятия спиралей при реабилитации после травм позволяет объективизировать лечение на многокомпонентной основе. Обеспечивает новую функциональную систему, открывает возможности для более быстрого моторного восстановления ребенка через нормализацию мышечного тонуса, увеличение объема активных и пассивных движений в суставах, улучшает трофику тканей, способствует активации нейропсихических процессов [15].

Первым устройством коррекции движений у пациентов с ДЦП был модифицированный костюм «Пингвин», созданный в 70-х годах, как средство отрицательного влияния невесомости на организм космонавта. В комбинезон была встроена система эластичных тяг, которые создавали дополнительные нагрузки на мышцы вдоль оси тела человека и частично воссоздавали действие силы земного тяготения. В начале 90-х годов этот костюм был модифицирован и адаптирован к применению у пациентов с детским церебральным параличом и был назван костюмом «Адели» [1, 7].

Работа над его усовершенствованием продолжалась в конце 90-х годов профессором Семеновой К.А. в научно-исследовательском институте педиатрии Русской академии наук в Москве. Был создан костюм «Гравитаст», который давал более широкую возможность влияния на рефлекторный аппарат больного [10, 11].

На основе исследований прошлых лет был разработан и успешно использовался костюм биодинамической коррекции движений «Спираль», созданный с учетом биомеханических принципов движения тела человека на основе анатомического анализа функциональных взаимодействий скелетных мышц. Костюм прост, не вызывает негативной реакции пациента и удобен к применению при естественных локомоциях и занятиях на беговой дорожке, игровых устройствах, во время мобилизующей гимнастики, механотерапии и обычной двигательной активности [14, 17].

Костюм коррекции движений представляет собой систему эластичных упругих тяг, которые спиралеобразно накладываются на туловище и конечности и прикрепляются к специальным опорным элементам. Опорными элементами служат жилет, шорты, налокотники, наколенники, полуперчатки и полусапожки. Они подбираются с учетом морфологии тела пациента и надежно фиксируются благодаря своей разборной форме и боковым застежкам. Отсутствие жестких частей в опорных элементах значительно расширяет возможности при проведении мобилизующей гимнастики (рис. 3).

Система эластичных тяг состоит из аксиальной спирали, основных спиралей конечностей и дополнительных тяг. Аксиальная спираль является одним из основных компонентов костюма

«Спираль» и предназначена для коррекции положений и движений туловища, плечевого пояса и таза. Все модификации аксиальной спирали имеют в основе двойную восьмиобразную спираль. Выбор модификации костюма диктуется характером нарушения положения тела и биомеханики движений [15, 17, 18]. Автором разработаны следующие варианты аксиальной спирали: 1) основная аксиальная спираль (с двумя задними перекрестами); передняя аксиальная спираль (с двумя передними перекрестами); комбинированная аксиальная спираль (с одним передним и одним задним перекрестами); двухъярусная аксиальная спираль (с отдельными верхними и нижними корректорами).

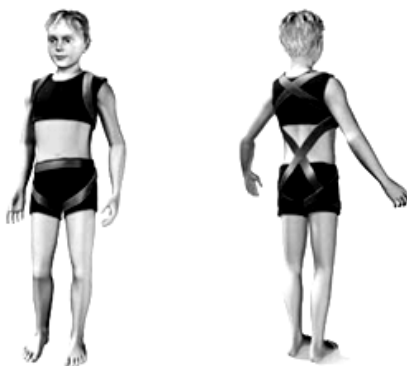


Рис. 3. Костюм коррекции движений «Спираль»

Другими важными компонентами костюма коррекции движений являются спирали конечностей. Эти спирали служат продолжением и дополнением аксиальных спиралей, позволяя моделировать векторы нагрузки на сегменты конечностей. Все варианты спиралей направлены на восстановление определенной части тела [16, 19].

### Заключение

В заключение следует отметить, что спиралевидная работа скелетных мышц встречается на различных уровнях: вдоль продольной оси группы мышц, а также отдельных ее частей и даже отдельных мышечных пучков и волокон. Это отражает структурное и функциональное единство скелетной мускулатуры, ее системную целостность. Каждая мышца выполняет две функции. Одна функция местного значения на региональном уровне, другая – выражает синергию общеорганизменного уровня в составе спиралей. Такое расположение мышц позволяет объяснить бесконечное множество и разнообразие движений и их оттенков.

Использование биокорректора «Спираль» по методу Казявкина В.И. позволяет значительно восстановить симметрию тела и сохранить положительные достижения системы реабилитации. Биокорректор «Спираль» успешно используется для коррекции ряда патологических установок тела, включая перекрестные и лестничные синдромы.

### Литература (References)

1. Барер А.С., Коробова А.А., Абрикосова М.А. и др. Физиологический эффект нагрузочного костюма как средства профилактики неблагоприятного действия невесомости // Космическая биология и авиакосмическая медицина. 4 Всесоюзная конференция: Тезисы докладов. – Калуга, 1972. – Т.1. – С. 165-168. [Barer A.S., Korobova A.A., Abrikosova M.A. i dr. *Kosmicheskaya biologiya i aviakosmicheskaya medicina. 4 Vsesoyuznaya konferenciya: Tezisy dokladov.* Space biology and aerospace medicine. 4 All-Union conference: Theses of reports. – Kaluga, 1972. – V.1. – P. 165-168. (in Russian)]
2. Гурфинкель В.С., Левик Ю.С. Скелетная мышца: структура и функция. – М.: Наука, 1985. – 144 с. [Gurfinkel' V.S., Levik Yu.S. *Skeletnaya myshitsa: struktura i funktsiya.* Skeletal muscle: structure and function. – Moscow: Nauka, 1985. – 144 p. (in Russian)]
3. Дорохов Р.Н. Мышечная система (эссе): учебное пособие. – Смоленск, 2006. – 68 с. [Dorokhov R.N. *Myshechnaya sistema (esse): uchebnoe posobie.* Muscular system (essay): manual – Smolensk, 2006. – 68 p. (in Russian)]
4. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник для институтов физической культуры. – Moscow: Терра-Спорт, 2003. – 642 с. [Ivanitskii M.F. *Anatomiya cheloveka (s osnovami dinamicheskoi i sportivnoi morfologii): uchebnyk dlya institutov fizicheskoi kul'tury.*

- Human anatomy (with fundamentals of dynamic and sports morphology): the textbook for institutes of physical culture. – М.: Terra-Sport, 2003. – 642 p. (in Russian)]
5. Кадырова Л.А., Попелянский Я.Ю., Сак Н.Н. Учет спирального распределения мышечных нагрузок при постизометрической релаксации // Мануальная медицина. – 1991. – №1. – С. 5-7. [Kadyrova L.A., Popelyanskiy Ya.Yu., Sak N.N. Manual'naya meditsina. Manual medicine. – 1991. – N1. – P. 5-7. (in Russian)]
  6. Кашуба В.А. Биомеханика осанки. – К.: Олимпийская литература, 2003. – 280 с. [Kashuba V.A. *Biomekhanika osanki*. Biomechanics of a bearing – К.: Olimpiiskaya literatura, 2003. – 280 p. (in Russian)]
  7. Лапутин А.Н. Гравитационная тренировка. – Киев: Знания, 1999. – 315 с. [Laputin A.N. *Gravitatsionnaya trenirovka*. Gravitational training. – Kiev: Znaniya, 1999. – 315 p. (in Russian)]
  8. Куприянов В.В. Спиралевидное расположение мышечных элементов в стенке кровеносных сосудов и его значение для гемодинамики // Архив анатомии. – 1983. – Т.85. – Вып.9. – С. 46-54. [Kupriyanov V.V. *Arkhiv anatomii*. Archive of anatomy. – 1983. – V.85. – Iss.9. – P. 46-54. (in Russian)]
  9. Петрова Р.Н., Кейс Г.Ф. Перекресты в мышечной системе человека // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1981. – Т.80. – Вып.4. – С. 32-38. [Petrova R.N., Keis G.F. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. Archive of anatomy, histology and embryology. – 1981. – V.80. – Iss.4. – P. 32-38. (in Russian)]
  10. Семенова К.А. Восстановительное лечение больных с резидуальной стадией детского церебрального паралича. – М., 1999. – 384 с. [Semenova K.A. *Vosstanovitel'noe lechenie bol'nykh s rezidual'noi stadiiei detskogo tserebral'nogo paralicha*. Recovery treatment of patients with a residual stage of cerebral palsy. – Moscow, 1999. – 384 p. (in Russian)]
  11. Семенова К.А. Восстановительное лечение детей с перинатальным поражением нервной системы и детским церебральным параличом. – М.: Закон и порядок, 2007. – 616 с. [Semenova K.A. *Vosstanovitel'noe lechenie detei s perinatal'nym porazheniem nervnoi sistemy i detskim tserebral'nym paralichom*. Recovery treatment of children with a perinatal lesion of a nervous system and cerebral palsy. – Moscow: Law and order, 2007. – 616 p. (in Russian)]
  12. Шапаренко В.С., Пшеничный Н.Ф. Принцип спиралевидного расположения скелетных мышц человека и животных // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – Ленинград, 1988. – Т.XIV, №6. – С. 55-59. [Shaparenko V.S., Pshenichnyi N.F. *Pprintsip spiralevidnogo raspolozheniya skeletnykh myshts cheloveka i zhivotnykh* / *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*. Archive of anatomy, histology and embryology. – Leningrad, 1988. – V.XIV, N6. – P. 55-59. (in Russian)]
  13. Шапаренко П.Ф., Лужецкий В.А. Гармоническая соразмерность частей тела человека и принцип обобщенного золотого сечения // Морфология. – 1992. – Т.103, №11-12. – С. 122-130. [Shaporenko P.F., Luzhetsky V.A. *Morfologiya*. Morphology. – 1992. – V.103, N11-12. – P. 122-130. (in Russian)]
  14. Качмар В.О., Качмар О.О. Інформаційні технології в стандартизації та організації медичної реабілітації за методом проф. Козявкіна. – Львів: Дизайн-студія «Папуга», 2007. – 104 с.
  15. Козявкін В.І. Основи системи інтенсивної нейрофізіологічної реабілітації пацієнтів з дитячим церебральним паралічем (ДЦП). // Український вісник психоневрології. – 1995. – №3. – Вип.2 (6). – С. 376-378.
  16. Козявкін В.І., Бабадагли М.О., Ткаченко С.К. та ін. Дитячі Церебральні Паралічі // Основи клінічної реабілітаційної діагностики. – Львів: Медицина світу, 1999. – 312 с.
  17. Козявкін В.І., Сак Н.Н., Волошин Б.Д. та ін. Застосування принципу м'язових спіралей в реабілітації хворих з руховими порушеннями // В кн. «Система інтенсивної нейрофізіологічної реабілітації (метод проф. Козявкіна В.І.)». Наукові розробки. – Львів, 2001. – С. 72-77.
  18. Козявкін В.І., Волошин Б.Д., Лисович В.І. и др. Костюм біодинамічної корекції рухів «Спіраль» – важлива складова методики Козявкіна // Соціальна педіатрія.: Збірник наукових праць. – К.: Інтермед, 2005. – Вип. 3. – С. 185-188.
  19. Козявкін В.І., Сак М.М., О.А. Качмар та ін. Основи реабілітації рухових порушень за методом Козявкіна. – Львів: НВФ «Українські технології», 2007. – 192 с.
  20. Tittel K. Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen. – Jena: Gustav Fischer Verlag, 1974. – 644 p.

### Информация об авторах

Гришина Карина Михайловна – студентка лечебного факультета ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: carina.grishina@yandex.ru

Сафоненкова Елена Викторовна – кандидат биологических наук, преподаватель кафедры анатомии и биомеханики ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма». E-mail: elenka.safonenkova@mail.ru

Бубненко Ольга Михайловна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры анатомии и биомеханики ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма». E-mail: olabuma@mail.ru