команды, которая позволит повысить уровень их физической и технической подготовленности, эффективность соревновательной деятельности игроков и команды, в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильичева, О.В. Эффективность методик развития взрывной силы мышц нижних конечностей и прыгучести у баскетболистов 16-17 лет с плоскостопием / О.В. Ильичева, Я.В. Сираковская, А.В. Ежова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 3 (145). – С. 92-96.
2. Использование утяжеленной скакалки в тренировке баскетболистов студенческих команд / Я.В. Сираковская, А.В. Ежова, Н.И. Зиземская, А.В. Доронкин // Культура физическая и здоровье. – 2018. – № 4. – С. 93-96.
3. Орехов, А.А. Развитие тактического мышление юных баскетболисток 11-12 лет на начальном этапе подготовки / О.В. Ильичёва, Я.В Сираковская, А.В. Лаптев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 4 (158). – С. 239-244.

REFERENCES

1. Ilicheva, O.V., Sirakovskaya, Ya.V. and Yezhova, A.V. (2017), “Efficiency of methods of development of explosive force of muscles of lower limbs and jumping ability in basketball players aged 16-17 with flat feet”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 3 (145), pp. 92-96.
2. Ilicheva, O.V., Sirakovskaya, Ya.V., Yezhova, A.V., Sizemskaya, N.I. and Doronkin, A.V. (2018), “Using a weighted jump ropes in training of basketball players of student teams”, *Physical culture and health*, No. 4, pp. 93-96.
3. Orekhov, A. A., Ilicheva, O.V., Sirakovskaya, Ya.V. and Laptev, A.V. (2018), “Development of tactical thinking of young basketball players aged 11-12 at the initial stage of training”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 4 (158), pp. 239-244.

Контактная информация: ilichovao@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.03.2019

УДК 796.332

ВОЗРАСТНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У АКТИВНО ТРЕНИРУЮЩИХСЯ ФУТБОЛИСТОВ

***Татьяна Александровна Погосян**, кандидат педагогических наук, доцент,*
Московская государственная академия физической культуры (МГАФК), Малаховка

Аннотация

В ходе многолетних лонгитюдных исследований изучалась физическая работоспособность у активно тренирующихся юных футболистов в возрастном диапазоне от 10 до 18 лет. В ходе констатирующего эксперимента были выявлены возрастные этапы становления аэробной физической работоспособности и предпринята попытка интерпретации полученных результатов. В основу разработки возрастных этапов положены закономерности, при которых в постнатальном онтогенезе до наступления пубертата создаются предпосылки для развития механизмов преимущественно аэробной энергетики, а на более поздних этапах, при завершении полового созревания, максимально развиваются анаэробно-гликолитические механизмы образования энергии.

Ключевые слова: этапы формирования физической работоспособности; рост и дифференцировка мышечной ткани; юные футболисты, скорость ежегодных изменений PWC_{170}.

AGE STAGES OF FORMATION OF PHYSICAL WORKING CAPACITY AMONG ACTIVELY TRAINING FOOTBALL PLAYERS

***Tatiana Aleksandrovna Pogosyan**, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer,*
Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, the Moscow region

Annotation

In the course of long-term longitudinal studies, the author studied physical performance of the actively training young players in the age range from 10 to 18 years. In the course of ascertaining experiment,

the age stages of aerobic physical performance formation were revealed and attempt was made to interpret the obtained results. The basis for the development of age stages are the laws, under which, in postnatal ontogenesis before puberty, the preconditions for the development of mechanisms of mainly aerobic energy are created, and at later stages, at the end of puberty, anaerobic-glycolytic mechanisms of energy formation are maximally developed.

Keywords: stages of the formation of physical working capacity, muscle growth and differentiation, young football players, rate of annual changes PWC_{170}.

Рост физической работоспособности детей определяется развитием преимущественно механизмов аэробной энергетики, а на более поздних этапах, при завершении полового созревания, развитием анаэробно-гликолитического пути получения энергии [2, 3]. Футболисты, как известно, должны обладать исключительными способностями, как аэробного, так и анаэробного энергообеспечения мышечной деятельности, а их специальная нагрузка проходит в широком диапазоне зон мощности и преимущественно в смешанном режиме энергообеспечения. Нагрузки такой направленности приводят к максимальному росту физической работоспособности, и как показывают наши многочисленные, длительные, систематические исследования спортсменов разных специальностей, наибольшими эти показатели оказываются не у лыжников, как всегда, считалось, а именно у футболистов (30 кгм/мин/кг и выше) [1, 4].

Под нашим наблюдением оказались юные, активно тренирующиеся футболисты, которые исследовались на протяжении 9 годичных циклов тренировки, в возрастном диапазоне от 10 до 18 лет. Был собран фактический материал, позволивший выявить закономерности динамики показателя в годичной подготовке, а также в возрастной динамике, обнаружить изменения, не выявленные другими авторами.

До недавнего времени считалось, что относительные величины физической работоспособности поступательно возрастают на протяжении всего периода взросления детей, ежегодные изменения могли быть достоверными или нет, но всегда с тенденцией к возрастанию. Очевидно, такие выводы были сделаны авторами, не имеющими возможности длительных, систематических лонгитудинальных наблюдений за одними и теми же спортсменами, либо сравнивались результаты, полученные авторами на разном контингенте и в различных условиях тестирования. Нам же удалось обследовать длительно и регулярно большое число одних и тех же спортсменов, что значительно объективизировало результаты исследования.

Таблица 1 – Среднегодовые показатели физической работоспособности (PWC_{170} кгм/мин/кг) футболистов 10-18 лет (группа 1)

Возраст (лет)/число случаев	PWC_{170} (кгм/мин/кг)
10 / n=99	11,5±0,26; б=1,12; -
11 / n=110	12,7±0,24; б=1,12; p <0,05
12 / n=111	15,8±0,3; б=1,2; p <0,05
13 / n=265	16,4±0,05; б=0,86; p <0,05
14 / n=235	17,1±0,06; б=1,05; p>0,05
15 / n=228	18,0±0,04; б=0,7; p <0,05
16 / n=225	20,9±0,08; б=1,32 p <0,05
17 / n=202	16,8±0,09; б=1,31; p <0,05
18 / n=138	17,2±0,09; б=1,07; p>0,05

Таблица 2 – Среднегодовые показатели физической работоспособности (PWC_{170} кгм/мин/кг) футболистов 12-16 лет (группа 2)

Возраст (лет)/число случаев	PWC170 (кгм/мин/кг)
12 / n=124	16,8±0,09; б=1,06; -
13 / n=186	17,8±0,09; б=1,05; p <0,05
14 / n=399	18,5±0,08; б=1,05; p>0,05
15 / n=240	20,1 ±0,14; б=1,59; p <0,05
16 / n=107	19,6±0,1; б=1,06; p <0,05

Нам удалось протестировать спортсменов другой группы и более раннего возраста, начиная с 9 лет, но для однородности выборки и большей объективности мы не стали включать их данные, лишь отметим, что с 9 до 11 лет, показатели спортсменов находятся на уровне 11-12 кгм/мин/кг и их ежегодные значения изменяются недостоверно.

Анализируя полученные данные, можно выделить несколько этапов формирования физической работоспособности:

1. С 9 до 10 лет недостоверные изменения физической работоспособности ($p>0,05$) с тенденцией к увеличению, вегетативные реакции неустойчивы;
2. С 11 до 12 лет максимальный (за весь период взросления) достоверный прирост показателя ($p <0,05$), предположительно связанный со значительным содержанием окислительных ферментов в мышцах детей в этом возрасте;
3. С 12 до 14 лет недостоверное увеличение показателя ($p>0,05$), критический период для становления аэробной мышечной энергетики в связи с вступлением в активную фазу пубертатного периода. Начинает развиваться анаэробный путь образования энергии;
4. С 14 до 16 лет значительное достоверное улучшение показателя ($p <0,05$), нагрузки анаэробного характера начинают оказывать адекватный эффект на организм, что выражается в росте физической работоспособности футболистов;
5. В 15-17 лет – максимальные величины физической работоспособности, отражающие расширение функционального диапазона мышц во 2 фазе пубертатного периода;
6. С 17-18 лет – отмечено достоверное снижение показателя аэробной работоспособности ($p <0,05$), когда организм по принципу гетерохронности переходит к резкому расширению возможностей анаэробно-гликолитического энергообеспечения на фоне стабилизации или снижения мощности аэробной энергопродукции.

Тестирование второй группы спортсменов позволило выявить аналогичные закономерности, но со сдвигом кривой на 1 год, что предположительно можно объяснить в среднем более ранним наступлением пубертатного периода во 2 группе спортсменов (таблица 2).

На графике представлена скорость ежегодных изменений PWC_{170} у спортсменов в возрастном диапазоне от 10 до 18 лет (группа 1).

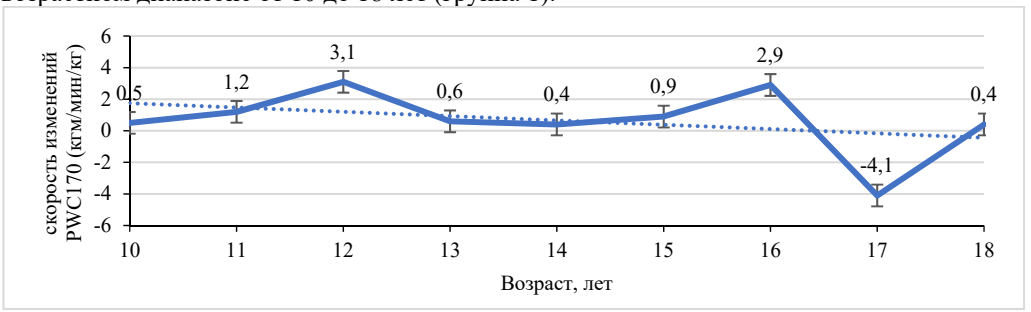

Рисунок 1 – Скорость среднегодовых изменений показателей PWC_{170} у команды юных футболистов в возрастном диапазоне 10-18 лет

На графике видно, что рост работоспособности происходит в противовес возрастной тенденции к снижению скорости этих изменений (линия тренда) и в 16-17 летнем возрасте изменения становятся отрицательными. Максимальной же скорость увеличения показателя физической работоспособности бывает в 11 - 12 летнем возрасте, что сочетается с общеизвестным фактом «расцвета аэробных способностей» детей. Второй скачек приходится на возраст 15-16 лет (в зависимости от стадии полового созревания), после которого работоспособность начинает снижаться ($p <0,05$).

Результаты длительных динамических исследований заставили нас предварительно заключить, что физическая работоспособность детей, активно занимающихся футболом, растет до 15-16 летнего возраста и затем временно начинает снижаться в связи с

активацией формирования анаэробных механизмов энергообеспечения. Мы предполагали, что в 16-летнем возрасте показатели физической работоспособности очевидно не являются дефинитивными, а после временного снижения вновь начинают возрастать, подчиняясь графику тренировочных воздействий, в среднем отличаясь от показателей нетренированных взрослых на 50%. Однако, возможность десятилетнего ежемесячного тестирования одного и того же футболиста решительно опровергла эти предположения. В таблице 3 представлены показатели одного и того же спортсмена за возрастной период от 12 до 22 лет, до наступления зрелости.

Таблица 3 – Среднегодовые показатели физической работоспособности (PWC_{170}) одного и того же футболиста в возрастном периоде от 12 до 22 лет

Возраст/лет	PWC_{170} (кгм/мин/кг)
12 (n=10)	17,08
13 (n=10)	18,6
14(n=7)	20,1
15(n=7)	25,9
16(n=6)	30,1
17(n=7)	33,04
18(n=4)	27,4
19(n=3)	28,4
20(n=1)	24,7
21(n=2)	29,4
22(n=1)	26,2

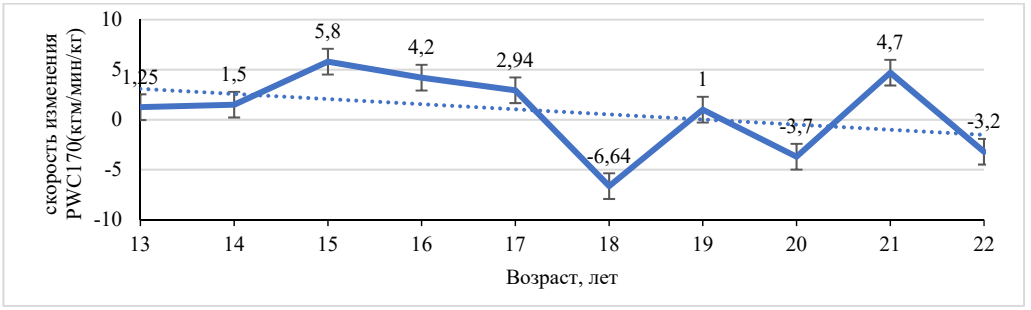

Рисунок 2 – Скорость среднегодовых изменений показателей PWC_{170} футболиста в возрастном диапазоне от 12 до 22 лет

К сожалению, наблюдаемый нами спортсмен не был исследован в 11-12-летнем возрасте, когда наблюдается «первый скачок» физической работоспособности, однако график убедительно демонстрирует «второй скачок» показателя в возрасте 15 лет, после которого приросты начинают планомерно снижаться и в 18-летнем возрасте становятся отрицательными, как и на графике со средними данными. Таким образом исследование как среднегрупповых данных, так и индивидуальных показателей спортсмена, показало, что максимальной физическая работоспособность бывает в 16-17 лет, и в дальнейшем подвержена волнообразному снижению. Возраст наступления пика физической работоспособности очевидно связан с завершением пубертатной передифференцировки мышечной ткани и переходом организма на взрослый тип энергообеспечения мышечной деятельности. Полученные выводы повышают информативность показателя и возможность его использования для косвенной оценки стадии полового развития спортсменов.

Исследования И.А. Корниенко, В.Д. Сонькина [3], проведенные на школьниках, не занимающихся спортом, подтверждают полученные нами данные по результатам МПК. Исследования авторов показали, что физическая работоспособность школьников продолжает расти и в возрастном периоде от 16 до 18 лет, а вот удельные величины МПК действительно оказываются максимальными в возрасте 11 лет и к 17 годам обнаруживают тенденцию к снижению. Было показано, что до 12 лет окончательной дифференцировки

скелетных мышц верхних и нижних конечностей не наступает, в них преобладают медленно сокращающиеся оксидативные волокна. Количество их незначительно снижается в 12-13 лет, вновь повышается к 14 годам и значительно уменьшается (в 3 раза по сравнению с 7 годами) в 16-17 лет.

Очевидно, что спортсмены, активно тренирующие свои энергообразующие системы, с одной стороны, имеют более выраженные изменения физической работоспособности в сравнении со школьниками того же возраста, а с другой – эти величины имеют положительную взаимосвязь с показателями максимального потребления кислорода. Представляется, что в этом выводе нет противоречий, по той причине, что оба показателя являются энергетическими, отражая разные стороны одного и того же процесса – аэробного энергообеспечения мышечной деятельности.

Таким образом физическая работоспособность развивается у футболистов подчиняясь общему закону онтогенеза – гетерохронно, но по индивидуальному сценарию в зависимости от стадии полового созревания и внешних тренировочных воздействий. В возрастной динамике можно отметить значительные влияния роста и дифференцировок мышечной системы детей на изучаемые показатели, к первым относятся возрастные диапазоны 11-12 лет и 14-16 лет, а ко вторым – 12-14 лет – период первой пубертатной гипофизарной передифференцировки мышц и возраст 16-18 лет – соответствует второй пубертатной тестикулярной передифференцировке мышц. Поскольку известно, что наиболее критическими и энергетически затратными являются не периоды ростовых процессов, а этапы усложнения и специализации функций, то снижение физической работоспособности у спортсменов в указанные возрастные периоды является вполне закономерным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погосян, Т.А. Теоретические аспекты координационных проявлений физической работоспособности в ходе долговременной адаптации юных спортсменов к физическим нагрузкам / Т.А. Погосян // Современные тенденции развития теории и методики физической культуры, спорта и туризма : материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 17-17 мая 2017 г. / Мос. гос. акад. физ. культуры. – Малаховка, 2017. – С. 205-209.

2. Сонькин, В.Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.

3. Физиология развития ребенка: (теоретические и прикладные аспекты) / под ред. М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М. : Академия, 2003. – 416 с.

4. Швецов, А.В. Результаты многолетних лонгитудиальных исследований физической работоспособности и коэффициент эффективности координации спортсменов / А.В. Швецов, М.М. Синайский, Г.Н. Паскин // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 2. – С. 41-42.

REFERENCES

1. Pogosyan, T.A. (2017), “Theoretical aspects of the coordination of the manifestations of physical working capacity during long-term adaptation of young athletes to physical loads”, *Modern trends in the development of theory and methodology of physical culture, sport and tourism: materials all-Russian with international participation scientific and practical conference, may 16-17 2017*, Malakhovka, pp. 205-209.

2. Sonkin, V.D. and Tambovtseva, (2011), *Development of muscle energy and performance in ontogenesis*, book house "Librokom", Moscow.

3. Ed. Bezrukikh, M.M., Sonkin, V.D. and Farber, D.A. (2003), *Physiology of child development: (Theoretical and applied aspects)*, Academia, Moscow.

4. Shvetsov, A.V. Sinaisky M.M. and Paskin, G.N. (2007), “Results of long-term longitudinal studies of physical performance and the coefficient of coordination of athletes”, *Theory and practice of physical culture*, No. 2, pp. 41-42.

Контактная информация: t.pogosyan@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.03.2019