

– № 4 (182). – С. 244–249.

2. Попов А.Г. Параметры бега на средние дистанции у юных спортсменов как фактор эффективности реализации их двигательных возможностей / А.Г. Попов, В.А. Кудинова, Е.Г. Саакян // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 3 (121). – С. 355–358.

3. Самсонова, А.В. Факторный анализ. Направления применения и неиспользованные возможности / А.В. Самсонова // Вестник Балтийской Педагогической Академии. – 2005. – Вып. 62. – С. 67–75.

4. Determinants of performance in 1,500-m runners / A. Ferri, S. Adamo, A. La Torre [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2011. – No. 2. – P. 556–565.

5. Running economy and performance. High and low intensity efforts during training and warm-up / F.G.M. Mayoralas, J.F.J. Díaz, D.J. Santos-García [et al.] // A bibliographic review, Archivos de Medicina del Deporte. – 2018. – Vol. 35. – P. 108–116.

REFERENCES

1. Kryazhev V.D. and Rostovtsev F.V (2020), “Mathematical analysis of bioenergetics of world records in middle-distance running”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 4 (182), pp. 244–249.

2. Popov, A.G., Kudinova V.A. and Sahakyan, E.G. (2020), “Parameters of middle-distance running in young athletes as a factor of the effectiveness of the realization of their motor capabilities”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 3 (121), pp. 355–358

3. Samsonova, A.V. (2005), “Factor analysis. Directions of application and unused opportunities”, *Bulletin of the Baltic Pedagogical Academy*, Issue 62, p. 67–75.

4. Ferri, A., Adamo, S., La Torre, A., Marzorati, M., Fletcher, D.J., Esau, S. P. and Macintosh, B.R. (2009), “Determinants of performance in 1,500-m runners Economy of running: beyond the measurement of oxygen uptake”, *Journal of applied physiology*, No. 107 (6), pp. 1918–1922.

5. Mayoralas, F.G.M., Díaz, J.F.J., Santos-García, D.J., Castellanos, R.B., Yustres I. and González-Rave, J.M.A. (2018), “Running economy and performance. High and low intensity efforts during training and warm-up”, *A bibliographic review, Archivos de Medicina del Deporte*, Vol. 35, pp. 108–116.

Контактная информация: ilichovao@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 16.10.2023

УДК 796.012.6

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНИКИ ПРИСЕДАНИЯ У МАЛЬЧИКОВ 11–15 ЛЕТ РАЗНОГО ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

Ирина Николаевна Гребенникова, кандидат биологических наук, доцент, **Егор Константинович Гребенников**, ассистент, **Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск**

Аннотация

Введение. Выявлено, что почти три четверти начинающих заниматься в тренажерных залах молодых людей выполняют приседания с нарушениями, связанной с техникой выполнения упражнения. **Цель исследования:** изучение кинематики и нагрузки на суставы мальчиков 11–15 лет при выполнении упражнения «приседания» в зависимости от типа конституции. **Организация исследования.** Обследованы мальчики 11–15 лет, обучающиеся в школах г. Новосибирск в количестве 287 человек. **Результаты исследования и их обсуждение.** Приводятся кинематические характеристики техники приседания у мальчиков 11–15 лет разного типа телосложения. Биомеханические характеристики определялись с помощью программы CV-тренинг, использующую технологии компьютерного зрения, которая позволяет анализировать технику выполнения двигательного действия и определять силу воздействия на необходимые ключевые точки на теле человека. **Выводы.** Изучение результатов данного исследования помогут правильно обучать мальчиков выполнению данного двигательного действия.

Ключевые слова: техника приседания, мальчики 11–15 лет, соматотип, кинематические характеристики.

KINEMATIC CHARACTERISTICS OF SQUATTING TECHNIQUE IN BOYS 11–15 YEARS OLD OF DIFFERENT BODY TYPES

Irina Nikolaevna Grebennikova, candidate of biological sciences, docent, Egor Konstantinovich Grebennikov, assistant, Novosibirsk State Pedagogical University

Abstract

Introduction. It was revealed that almost three-quarters of young people who start training in gyms perform squats with problems associated with the technique of performing the exercise. Purpose of the study: to study the kinematics and load on the joints of boys aged 11–15 years when performing “squat” exercises, depending on the type of constitution. Organization of the study: 287 boys aged 11–15 years old studying in schools in Novosibirsk were examined. Research results and discussion. The kinematic characteristics of the technique for squatting in boys aged 11–15 years of different body types have been formed. Biomechanical characteristics are determined using the CV trainer program, which uses computer vision technology, which allows you to analyze the technique of performing a motor action and determine the force of influence on the required specified points on the human body. Conclusions. The learning results of this study will help to correctly teach boys to perform this motor action.

Keywords: squatting technique, boys 11–15 years old, somatotype, kinematic characteristics.

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение и восстановление физического и эмоционального здоровья подрастающего поколения является важной социальной проблемой. Состояние здоровья прямым и непосредственным образом сказывается на экономике – у здоровых и физически активных людей выше работоспособность и продуктивность, больше возможности для самореализации и создания стабильной эффективно экономической системы страны [4]. Фитнес-индустрия является важным звеном в формировании, определении и удовлетворении граждан, направленных на сознательную физическую активность. Однако в погоне за растущим спросом важно не упускать качество фитнес-услуг, в контексте разработки программ и реализации индивидуальных занятий [1].

Одним из самых интуитивно понятных упражнений в тренажерном зале для новичка в фитнесе являются приседания с различным отягощением. Однако это сложное многосуставное движение, вовлекающее в работу большое количество крупных и мелких мышц. Практически все мышцы нижней части тела включаются в работу при выполнении упражнения. Различные варианты движения смещают акцент нагрузки на различные группы мышц [2].

К.Д. Чермит с коллегами проводят изучение кинематических характеристик техники приседания студентов, начинающих заниматься пауэрлифтингом с использованием аппаратно-программного модуля. Изучение покадровой раскладки видеозаписей позволило констатировать, что почти три четверти начинающих пауэрлифтеров выполняют приседания с нарушениями, связанной с техникой выполнения упражнения [3]. При этом Х. Хартман с коллегами, проанализировав более 164 статей из базы данных PubMed, пришли к выводу, что при условии точного изучения техники под контролем грамотного специалиста и с прогрессивными тренировочными нагрузками, глубокие приседания представляют собой эффективное тренировочное упражнение для защиты от травм и укрепление нижних конечностей [5]. Однако клиенты далеко не всегда обращаются к компетентным специалистам за помощью в определении готовности к выполнению физической нагрузки в данный период времени, что приводит к травмам.

В связи с этим постановка техники выполнения упреждений целесообразна в школьный период времени, под присмотром преподавателя физической культуры, так как в школе имеет право работать только преподаватель, имеющий специальное педагогическое образование.

Целью исследования является изучение кинематики и нагрузки на суставы мальчиков 11–15 лет при выполнении упражнения «приседания» в зависимости от типа

конституции.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Исследование было проведено в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет».

Обследованы мальчики 11–15 лет, обучающиеся в школах г. Новосибирск в количестве 287 человек. Все испытуемые относились к основной медицинской группе. С помощью программы CV-тренинг по результатам антропологического обследования мальчики были разделены на три соматические группы: астено-торакальный (А), мышечный (М) и дигестивный (Д) тип конституции.

Обследование включало в себя апробацию программы CV-тренинг, использующую технологии компьютерного зрения, которая позволяет анализировать технику выполнения двигательного действия и определять силу воздействия на необходимые ключевые точки на теле человека.

Одной из ключевых технологий, используемых в данной программе, является MediaPipe от компании Google. MediaPipe позволяет в режиме реального времени обрабатывать видеопоток с камер и выделять ключевые точки на теле человека. Благодаря алгоритмам компьютерного зрения и машинного обучения, MediaPipe может распознавать части тела даже при частичном перекрытии их другими объектами. Это критически важно для корректного анализа движений во время выполнения упражнений. Также MediaPipe отличается высокой скоростью работы, что позволяет обрабатывать видеопоток в реальном времени даже на мобильных устройствах. Благодаря этому технология может использоваться не только для научных исследований в области физической культуры и спорта, но и учителями физической культуры для оценки техники выполнения двигательного действия учеников.

Полученный материал обработан общепринятыми методами статистики с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок и считались достоверными при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ видеозаписей с помощью программы CV-тренинг позволяет оценить не только кинематические характеристики, но и определить нагрузку на ключевые точки (рисунки 1, 2).

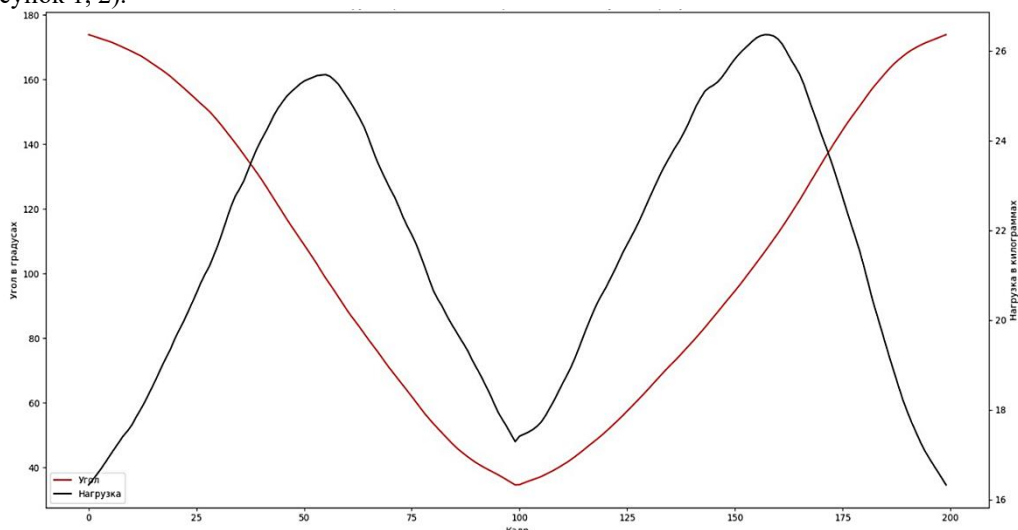


Рисунок 1 – Динамика углового перемещения и нагрузки в коленном суставе у мальчиков 11 лет астено-торакального типа конституции

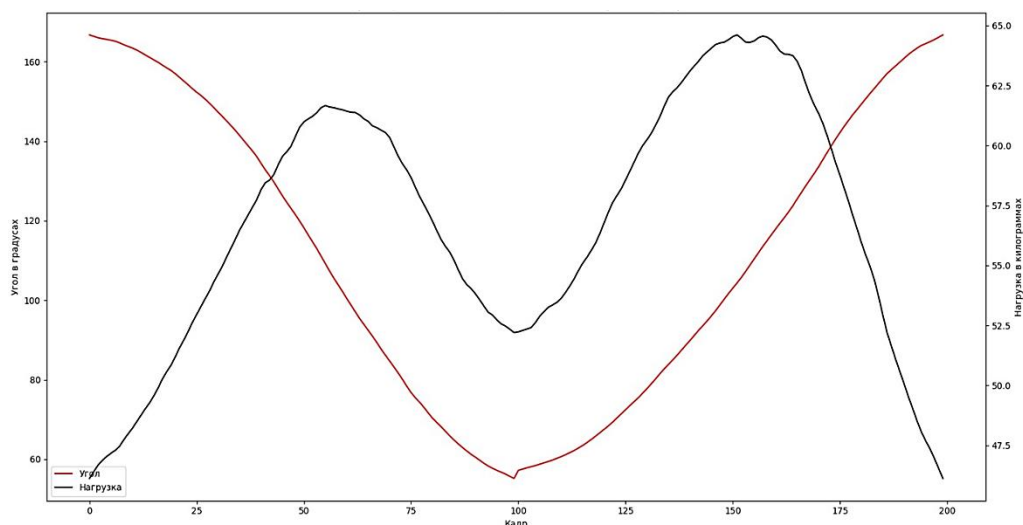


Рисунок 2 – Динамика углового перемещения и нагрузки в коленном суставе у мальчиков 15 лет с дигестивным типом телосложения

На рисунках мы видим, что при выполнении приседания нагрузка имеет волнообразный характер: сначала возрастает при сгибании коленных суставов ($99\pm3,2$ – $111\pm3,0$), затем снижается ($32\pm3,2$ – $58\pm6,7$) и опять возрастает во время выхода из приседа ($102\pm3,8$ – $117\pm5,4$).

Полученные в результате исследования особенности приседания мальчиков 11–15 лет представлены в таблице.

Изучение покадровой раскладки позволило нам изучить параметры коленного сустава и сравнить показатели как между возрастными группами мальчиков одного соматического типа, так мальчиков одного возраста с разным типом конституции.

Анализируя показатели угла коленного сустава в максимальной точке приседания у мальчиков астено-торакального типа конституции отмечаем, что между возрастными группами 11 лет, 12 лет и 13 лет нет достоверных отличий. В группах 14 лет и 15 лет показатели значительно увеличились и составляют $40\pm3,0$ градусов и $48\pm4,3$ градусов соответственно.

У мальчиков мышечного типа конституции наблюдается несколько иная картина, только у 15 лет мы видим достоверное увеличение угла коленного сустава $58\pm6,7$ градуса, что на 20 градусов больше по сравнению с 14-летними.

Показатели мальчиков дигестивного типа конституции во всех возрастных группах не имеют достоверных отличий по этим параметрам.

Сопоставляя кинематические характеристики (углы коленного сустава в максимальной точке приседания) мальчиков одного возраста, можем отметить, что во всех возрастных группах не наблюдается достоверных отличий между представителями различного типа конституций.

У всех мальчиков с возрастом отмечается увеличение нагрузки на коленные суставы. Анализируя нагрузку на пике во время приседания у мальчиков одного возраста с различными типами конституции, мы выявили, что у 11-летнего возраста у мальчиков с дигестивным типом конституции нагрузка на коленные суставы $35\pm2,1$ кг, что значительно выше по сравнению с мальчиками как астено-торакального типа конституции $25\pm0,9$ кг, так и мальчиками, имеющими мышечный тип конституции $26\pm1,0$ кг. В 13 лет достоверная разница отмечается между мальчиками с астено-торакальным типом конституции по отношению к мальчикам с мышечным и дигестивным типом конституции. В возрастной группе 14-летних достоверно выше показатели нагрузки на коленные суставы у мальчиков с дигестивным типом конституции по сравнению с мальчиками других групп. В 15-летнем возрасте

достоверные отличия отмечаются между всеми тремя группами (мальчики с астено-торакальным типом конституции $47\pm 2,4$ кг, мальчики с мышечным типом конституции $55\pm 2,1$ кг, мальчики с дигестивным типом конституции $62\pm 2,8$ кг).

Таблица – Параметры показателей коленного сустава при приседании у мальчиков 11–15 лет ($M\pm m$).

Нагрузка на коленный сустав	Возраст (кол-во)	Параметры: угол (град), нагрузка (кг)	Типы телосложения		
			А-Т	М	Д
Пик нагрузки при приседании	11 (n=78)	Угол	$99\pm 3,2^*$	$105\pm 3,8$	$106\pm 3,2$
		Нагрузка	$25\pm 0,9^*$	$26\pm 1,0^*$	$35\pm 2,1$
	12 (n=48)	Угол	$105\pm 3,8$	$103\pm 3,6$	$111\pm 3,0$
		Нагрузка	$37\pm 3,4$	$38\pm 3,3$	$42\pm 2,2$
	13 (n=69)	Угол	$105\pm 3,3\#$	$96\pm 3,2^*$	$104\pm 3,8$
		Нагрузка	$39\pm 1,7^*$	$47\pm 4,2$	$49\pm 3,1$
	14 (n=52)	Угол	$103\pm 3,2$	$107\pm 3,3$	$102\pm 4,2$
		Нагрузка	$44\pm 2,2^*$	$48\pm 3,9^*$	$62\pm 5,2$
Нагрузка в максимальной точке приседания	15 (n=40)	Угол	$108\pm 3,6$	$107\pm 2,8$	$109\pm 2,4$
		Нагрузка	$47\pm 2,4^*\#$	$55\pm 2,1^*$	$62\pm 2,8$
	11 (n=78)	Угол	$35\pm 3,3$	$32\pm 3,2$	$39\pm 3,6$
		Нагрузка	$16\pm 0,9^*$	$17\pm 1,0^*$	$22\pm 0,9$
	12 (n=48)	Угол	$35\pm 4,7$	$36\pm 3,8$	$44\pm 4,4$
		Нагрузка	$23\pm 1,1^*$	$25\pm 1,2^*$	$28\pm 1,0$
	13 (n=69)	Угол	$34\pm 2,4$	$40\pm 4,2$	$43\pm 4,2$
		Нагрузка	$25\pm 0,9$	$31\pm 1,2$	$32\pm 2,1$
Пик нагрузки при выходе из приседания	14 (n=52)	Угол	$40\pm 3,0$	$38\pm 4,9$	$48\pm 5,8$
		Нагрузка	$27\pm 1,2^*\#$	$33\pm 1,7^*$	$40\pm 1,8$
	15 (n=40)	Угол	$48\pm 4,3$	$58\pm 6,7$	$55\pm 5,1$
		Нагрузка	$32\pm 2,4^*$	$35\pm 1,8$	$46\pm 2,8$
	11 (n=78)	Угол	$107\pm 4,6$	$109\pm 3,8$	$112\pm 4,2$
		Нагрузка	$26\pm 0,9^*$	$27\pm 1,0$	$36\pm 2,2$
	12 (n=48)	Угол	$106\pm 4,2\#$	$117\pm 5,4$	$106\pm 3,8$
		Нагрузка	$37\pm 1,6^*$	$38\pm 1,4^*$	$44\pm 1,8$
	13 (n=69)	Угол	$103\pm 2,4$	$106\pm 2,0$	$102\pm 3,8$
		Нагрузка	$39\pm 1,8^*\#$	$48\pm 1,6^*$	$52\pm 2,0$
	14 (n=52)	Угол	$110\pm 4,8$	$113\pm 5,2$	$113\pm 4,9$
		Нагрузка	$45\pm 1,4^*\#$	$49\pm 1,8^*$	$63\pm 2,4$
	15 (n=40)	Угол	$109\pm 4,8$	$117\pm 5,4$	$104\pm 3,8$
		Нагрузка	$48\pm 2,4^*\#$	$56\pm 1,8^*$	$65\pm 2,4$

Примечание: **значимые отличия** по отношению к следующему возрастному периоду в рамках одного соматотипа, при $p\leq 0,05$; * – значимые отличия по отношению к дигестивному соматотипу в рамках одной возрастной группы; # – значимые отличия астено-торакального и мышечного типа в рамках одной возрастной группы

Сопоставительный анализ результатов в рамках одного соматотипа в разные возрастные периоды позволяет выделить, что выраженный прирост этого показателя у мальчиков с астено-торакальным типом конституции отмечается в 12 лет и составляет $37\pm 3,4$ кг по сравнению с мальчиками 11 лет ($25\pm 0,9$ кг).

У мальчиков с мышечным типом конституции отмечается значительный прирост в 12 лет ($38\pm 3,3$ кг), в 13 лет ($47\pm 4,2$ кг) и в 15 лет ($55\pm 2,1$ кг).

Нагрузка на коленные суставы значительно возрастает у мальчиков с дигестивным типом конституции с 12 до 14 лет, $42\pm 2,2$ кг и $62\pm 5,2$ кг соответственно.

В максимальной точке приседания отмечаются наименьшие показатели нагрузки. В этой фазе приседания во всех возрастных группах, кроме 12 лет, нагрузка у мальчиков с дигестивным соматотипом достоверно выше по сравнению с мальчиками астено-торакального типа. Рассматривая динамику нагрузки в рамках одного соматотипа, отмечаем достоверный прирост в 12 лет во всех трех группах по сравнению с мальчиками 11 лет; у мальчиков с мышечным и дигестивным соматотипом значительное увеличение нагрузки наблюдаем и в возрасте 13 лет.

Во время подъема из приседа наблюдается идентичная картина по своей динамике, сравнимая с нагрузкой при выполнении приседания. Отмечается во всех возрастных группах тенденция к увеличению нагрузки в данной фазе у мальчиков дигетстивного типа конституции, но достоверных отличий нет.

ВЫВОДЫ

Изучение результатов данного исследования позволяет заключить, что в возрасте 11–15 лет у мальчиков с различным соматотипом при выполнении приседания возникает разная нагрузка на коленные суставы. В возрасте 12 лет у всех мальчиков достоверно выше нагрузка во всех фазах выполнения упражнения по сравнению с мальчиками 11 лет. Мальчики 13 лет с мышечным и дигетстивным типом конституции также испытывают более значительную нагрузку. У мальчиков астено-торакального типа конституции достоверный прирост нагрузки отмечается в 14 лет. Эти данные необходимо учитывать преподавателям на уроках по физической культуре в школе для правильного подбора нагрузки и интенсивности при обучении мальчиков выполнению данного двигательного действия.

Выполнено по ГЗ: 073-03-2023-027.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонов С.Е. Особенности реализации фитнес-тестирования в работе фитнес-тренера / С.Е. Артамонов // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. – 2023. – № 1(63). – С. 228–231.
2. Изменение кинематических показателей ходьбы и приседания у детей старшего дошкольного возраста под влиянием латеральной доминантности органа зрения / А.А. Гучетль, К.Д. Чермит, А.Б. Бгуашев, Н.С. Коломийцева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23403> (дата обращения: 01.10.2023).
3. Кинематические характеристики техники приседания студентов высших учебных заведений, начинающих заниматься пауэрлифтингом / К.Д. Чермит, А.Г. Заболотный, Н.Х. Хакунов, В.И. Жуков // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7, № 1 (22). – URL: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2023-1/chermit2023> (дата обращения: 01.10.2023).
4. Телегина, А.П. Современные фитнес-программы: тенденции и перспективы российской фитнес-индустрии / А.П. Телегина, А.О. Алексина // Физическая культура, спорт и здоровье. – 2018. – № 31. – С. 44–47.
5. Hartmann, H. Analysis of the Load on the Knee Joint and Vertebral Column with Changes in Squatting Depth and Weight Load / H. Hartmann, K. Wirth, M. Klusemann // Sports Medicine. – 2013. – No. 43. – P. 993–1008.

REFERENCES

1. Artamonov, S.E. (2023), “Features of the implementation of fitness testing in the work of a fitness trainer”, *News of the Baltic State Academy of Fishing Fleet: psychological and pedagogical sciences*, No. 1 (63), pp. 228–231.
2. Guchetl, A.A., Chermit, K.D., Bguashev, A.B. and Kolomiytseva, N.S. (2015), “Changes in kinematic parameters of walking and squatting in children of senior preschool age under the influence of lateral dominance of the organ of vision”, *Modern problems of science and education*, No. 6, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23403> (accessed 1 October 2023).
3. Chermit, K.D., Zabolotniy, A.G., Khakunov, N.Kh. and Zhukov, V.I. (2023), “Kinematic characteristics of the squatting technique of students of higher educational institutions beginning to engage in powerlifting”, *Modern issues of biomedicine*, Vol. 7, No. 1 (22), available at: <https://svbskfmba.ru/arkhiv-nomerov/2023-1/chermit2023> (accessed 1 October 2023).
4. Telegina, A.P. and Aleksina, A.O. (2018), “Modern fitness programs: trends and prospects of the Russian fitness industry”, *Physical culture, sport and health*, No. 31, pp. 44–47.
5. Hartmann, H., Wirth, K. and Klusemann, M. (2013), “Analysis of the Load on the Knee Joint and Vertebral Column with Changes in Squatting Depth and Weight Load”, *Sports Medicine*, No. 43, pp. 993–1008.

Контактная информация: i160463@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 27.10.2023