

Исследовательская статья

УДК 796.42

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-118-132

Олег Борисович Немцев¹,
Марина Николаевна Мартынова²,
Юлия Олеговна Кучеренко³,
Наталья Алексеевна Немцева¹,
Виталий Варламович Мехрикадзе⁴

¹ Адыгейский государственный университет,
Майкоп, Россия

² Центр спортивной подготовки сборных команд Республики Адыгея,
Майкоп, Россия

³ Филиал Российской академии народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации,
Санкт-Петербург, Россия

⁴ Московская государственная академия физической культуры,
Малаховка, Россия

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕГОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ

Аннотация. Целью исследования являлось изучение особенностей техники беговых упражнений, определяющих логику их использования при развитии физических способностей. 7 студентов (возраст $21,0 \pm 1,3$ года, рост $1,82 \pm 0,04$ м, вес $72,9 \pm 5,2$ кг)

© Немцев О. Б., Мартынова М. Н., Кучеренко Ю. О., Немцева Н. А.,
Мехрикадзе В. В., 2025

и 9 студенток (возраст $19,4 \pm 0,9$ года, рост $1,71 \pm 0,06$ м, вес $59,8 \pm 6,2$ кг), специализирующихся в различных видах легкой атлетики, выполняли комплексы бега с различной скоростью и беговых упражнений. Применялся двумерный видеоанализ (видео-съемка со скоростью 240 кадров в секунду, программное обеспечение Kinovea 0.9.5). Однофакторный дисперсионный анализ и t -критерий для связанных выборок использовались для сравнения выборочных средних. Было установлено, что упражнение «семенящий бег» выполнялось испытуемыми с наименьшей скоростью передвижения среди всех рассматривавшихся беговых упражнений, разминочного и быстрого бега. Нога в семенящем беге ставилась достоверно ближе к проекции общего центра масс тела (ОЦМТ), под достоверно наибольшим углом. Это позволяет предполагать наименьшую амортизационную нагрузку в этом упражнении. Наибольшая скорость передвижения среди изучавшихся беговых упражнений и недостоверные отличия расстояния от проекции ОЦМТ до точки касания опоры с быстрым бегом отмечены в беге прыжками и беге на прямых ногах. Это дает основания оценивать амортизационные нагрузки на опорно-двигательный аппарат в этих упражнениях значительными. Не зафиксировано достоверных различий в скорости передвижения в разминочном беге, беге с захлестом голени и беге с высоким подниманием колена. При этом в названных беговых упражнениях нога ставилась на опору под достоверно большими углами, чем в разминочном беге, что позволяет считать амортизационную нагрузку на опорно-двигательный аппарат в них щадящей. Результаты исследования позволяют обоснованно использовать беговые упражнения для развития физических способностей.

Ключевые слова: скорость передвижения, угол постановки ноги, общий центр масс тела, амортизация

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 796.42

DOI: 10.24412/2076-9091-2025-460-118-132

Oleg Borisovich Nemtsev¹,
Marina Nikolaevna Martynova²,
Yulia Olegovna Kucherenko³,
Natalia Alekseevna Nemtseva¹,
Vitaliy Varlamovich Mekhrikadze⁴

¹ Adyghe State University,
Maykop, Russia

² Center for sports training of the Republic of Adygea teams,
Maykop, Russia

³ Russian Academy of National Economy and Public Administration
under the President of the Russian Federation,
St. Petersburg, Russia

⁴ Moscow State Academy of Physical Culture,
Malakhovka, Russia

FEATURES OF THE RUNNING DRILLS TECHNIQUE AS A FACTOR DETERMINING THEIR USE IN THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL ABILITIES

Abstract. The aim of this study was to investigate the features of the running drills technique that determine the logic of their use in the development of physical abilities. 7 male students (age 21.0 ± 1.3 years, height 1.82 ± 0.04 m, weight 72.9 ± 5.2 kg) and 9 female students (age 19.4 ± 0.9 years, height 1.71 ± 0.06 m, weight 59.8 ± 6.2 kg) performed a set of running at different speeds and running drills. Two-dimensional video analysis was used (video recording at 240 frames per second, Kinovea 0.9.5 software). One-way ANOVA and related-samples *t*-test were used to compare sample means. It was found that the drill “ankling drill” was performed by the subjects with the lowest speed among all the running drills, warming-up and fast running considered. The leg in “ankling drill” was placed significantly closer to the projection of the center of mass (COM), at a significantly largest angle. This suggests the least load in the absorption phase of this exercise. The highest speed among the studied running drills and non-significant differences in the distance from the projection of the COM to the point of contact with the support with fast running were noted in “deer run” and “straight leg running”. This gives grounds to estimate that the absorption loads on the musculoskeletal system in these drills are great. No significant differences were found in the speed in warm-up running, “butt kicks skip”, and “high knee skip”. Moreover, in the named running exercises, the foot was placed on the support at significantly greater angles than in warm-up running, which allows to consider the absorption load on the musculoskeletal system in them to be gentle. The results of the study allow for the justified use of running drills for the development of physical qualities.

Keywords: speed of movement, angle of leg placement, center of mass of the human body, absorption

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Одним из значимых механизмов в технике бега с различной скоростью является амортизация при взаимодействии с опорой, суть которой — в гашении ударных усилий и накоплении энергии в упругих элементах опорно-двигательного аппарата человека [6]. В связи с тем, что общий центр масс тела бегуна движется по горизонтали и вертикали, при контакте с опорой происходит амортизация движения ОЦМТ в горизонтальном и вертикальном направлениях [5]. Вертикальная амортизация возникает при любом движении человека, в котором присутствует фаза полета, в настоящем исследовании она не рассматривается. Рядом авторов отмечается, что постановка стопы ближе к горизонтальной проекции ОЦМТ позволяет снизить величину тормозящих сил в горизонтальном направлении и, соответственно, уменьшить потери скорости горизонтального перемещения ОЦМТ до момента вертикали [3; 4]. Однако такая постановка ноги в значительной степени уменьшает возможности накопления энергии в мышечно-связочном аппарате спортсмена и ее отдачи после момента вертикали, что может приводить к уменьшению длины шага [2]. Характер усилий, проявляемых при амортизации в беге при взаимодействии с опорой, во многом определяет использование бега с различной скоростью при развитии физических способностей. В то же время особенности техники специальных беговых упражнений — беговых локомоций, широко используемых как в тренировке квалифицированных легкоатлетов, так и в физическом воспитании, определяющие величину усилий при амортизации и само наличие соответствующей фазы, практически не изучены. Это не позволяет осознанно применять беговые упражнения в решении задач физической подготовки в спортивной тренировке и физическом воспитании лиц разного пола, возраста и уровня подготовленности. В связи с этим целью исследования являлось выявление особенностей техники беговых упражнений, определяющих логику их использования при развитии физических способностей.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследования был проведен эксперимент, в котором приняли участие студенты: 7 юношей (возраст $21,0 \pm 1,3$ года, рост $1,82 \pm 0,04$ м, вес $72,9 \pm 5,2$ кг) и 9 девушек (возраст $19,4 \pm 0,9$ года, рост $1,71 \pm 0,06$ м, вес $59,8 \pm 6,2$ кг) университета физической культуры, специализирующихся в беге на короткие и средние дистанции, барьерном беге, многоборье, прыжках в высоту, и обученных технике беговых упражнений. Каждый испытуемый выполнял индивидуальную разминку, состоявшую из медленного бега (МедлБег) 800 метров и упражнений на гибкость. Затем выполнялись беговые упражнения (бег с захлестом голени, бег с высоким подниманием колена, бег на прямых ногах, бег

прыжками, семенящий бег — рис. 1) и «ускорение» (быстрый бег — БысБег) на дистанции 30 метров.



Рис. 1. Беговые упражнения, изучавшиеся в исследовании:

1 — бег с захлестом голени (Захлест), 2 — бег с высоким подниманием колена (БегВысКол), 3 — бег на прямых ногах (БегПрН), 4 — бег прыжками (БегПр), 5 — семенящий бег (СемБег)

Для фиксации особенностей фазы амортизации в исследуемых беговых локомоциях проводились видеосъемка и последующий плоскостной видеоанализ их техники. Видеосъемка разминочного (медленного) бега осуществлялась на 600-м метре дистанции, на беговых упражнениях и «ускорении» — на 24-м метре. Использовалась видеокамера Casio EX-ZR800 со скоростью съемки 240 кадров в секунду, которая устанавливалась в 20 метрах от центра дорожки, по которой выполнялись упражнения, так, чтобы ее оптическая ось была перпендикулярна плоскости движения испытуемого. Двумерный видеоанализ осуществлялся при помощи программного обеспечения Kinovea 0.9.5. Определялись следующие характеристики: 1) расстояние от точки касания опоры стопой до горизонтальной проекции общего центра масс тела, 2) угол приземления (угол между горизонтальным лучом из центра голеностопного сустава опорной ноги, направленным против движения спортсмена, и лучом из центра голеностопного сустава через ОЦМТ в момент касания опоры), 3) скорость передвижения (частное разницы координат носков ног спортсмена в моменты двух последовательных касаний опоры и времени между этими моментами). Первый и второй из названных показателей косвенно характеризуют

величину тормозных сил при амортизации — в исследовании использовались оба эти показателя в связи с тем, что изменение угла в коленном суставе при касании опоры, а также способ постановки стопы могут являться источником специфики амортизационных процессов. Момент вертикали, до которого от касания следовала фаза амортизации, а после — фаза собственно отталкивания, определялся как момент, когда горизонтальная проекция ОЦМТ находилась посередине от носка до середины пятого плюснефалангового сустава стопы опорной ноги.

Анализ данных при помощи критерия Шапиро – Уилка показал, что рассматриваемые выборки имеют нормальное распределение. Поэтому для оценки достоверности различий исследуемых показателей в группах выборок рассматриваемых беговых локомоций использовался однофакторный дисперсионный анализ. Затем проводилось попарное сравнение выборочных средних при помощи *t*-критерия Стьюдента для связанных выборок и применялась поправка на множественное сравнение Холма – Бонферрони. Величины размера эффекта Коэна (*d*) для количественной оценки различий длительности амортизации и собственно отталкивания в изучавшихся упражнениях определялись при помощи онлайн-калькулятора (www.psychometrica.de/effect_size.html) и оценивались в соответствии со следующей шкалой: 0,2 — малый эффект, 0,5 — средний эффект, 0,8 и более — большой эффект [1]. Сила взаимосвязи длительности амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и беговых упражнениях оценивалась при помощи корреляции Пирсона.

Результаты исследования

Как видно из рисунка 2, рассматриваемые беговые упражнения по скорости передвижения испытуемых в горизонтальном направлении можно разделить на четыре группы, содержащие от одного до трех упражнений, каждое из которых достоверно отличается от упражнений из других групп по этому показателю, причем внутри каждой группы такие различия отсутствуют ($p > 0,05$): 1) семенящий бег — самое медленное упражнение (p во всех случаях = 0,000); 2) бег с захлестом голени, медленный (разминочный) бег и бег с высоким подниманием колена ($p = 0,000 - 0,009$); 3) бег на прямых ногах и бег прыжками ($p = 0,000 - 0,006$); 4) быстрый бег ($p = 0,000$). Таким образом, были отобраны беговые упражнения, имеющие, как и бег с различной скоростью, фазы опоры и полета, достоверно более медленные, чем бег с максимальной скоростью, достоверно или недостоверно отличающиеся по скорости передвижения от медленного (разминочного) бега.

Как видно из рисунка 3, во всех исследовавшихся беговых локомоциях нога ставилась впереди горизонтальной проекции ОЦМТ, что подтверждает наличие в этих упражнениях фазы амортизации. Также из рисунка 3 видно, что при наличии достоверных различий этого показателя по группе упражнений

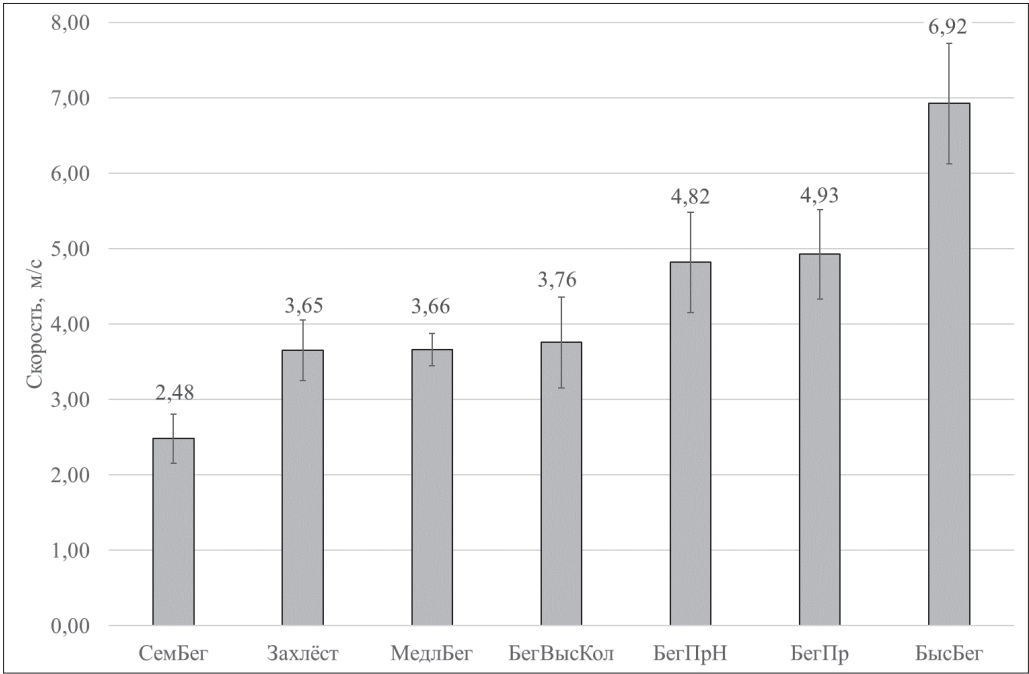


Рис. 2. Скорость горизонтального передвижения при выполнении изучаемых беговых упражнений

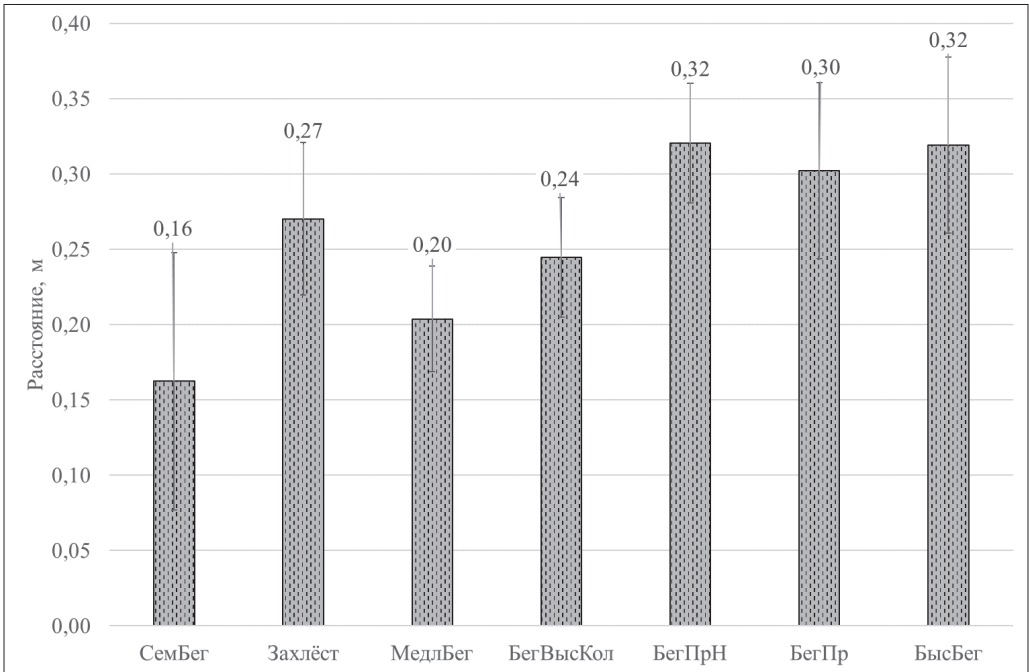


Рис. 3. Расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры в исследованных беговых локомоциях

в целом ($p = 0,000$) имеются подгруппы, внутри которых различия этого показателя несущественны, и эти подгруппы не всегда совпадают с выделенными при исследовании скорости передвижения (см. рис. 2).

Так, наименьшее расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры зафиксировано в самом медленном упражнении — семенящем беге ($p = 0,172$ при сравнении показателя в семенящем и медленном беге, $p = 0,000 - 0,002$ при сравнении с другими упражнениями) и одним из самых медленных упражнений — медленном беге ($p = 0,000 - 0,021$). Наибольшие величины этого показателя техники отмечены в самых «быстрых» исследованных локомоциях: быстром беге, беге на прямых ногах и беге прыжками ($p > 0,05$ внутри группы, $p = 0,000 - 0,030$ при сравнении с этим показателем в медленном беге и беге с высоким подниманием колена).

Наибольшая скорость передвижения в быстром беге, беге прыжками и беге на прямых ногах и наибольшее расстояние от точки касания опоры до горизонтальной проекции ОЦМТ позволяют ожидать наибольших величин силы амортизации, направленной против движения ОЦМТ. В то же время, в группу «быстрых» упражнений по расстоянию от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры попало и одно из самых медленных упражнений — бег с захлестом голени, в котором названный показатель достоверно не отличался от зарегистрированных в беге прыжками ($p = 0,119$) и быстром беге ($p = 0,104$). Различия этого расстояния в беге с высоким подниманием колена и беге с захлестом голени также недостоверны ($p = 0,099$).

Несколько иначе оказались сгруппированы изучавшиеся упражнения по углу постановки ноги на опору. Так, из рисунка 4 видно, что наибольшие величины этого показателя зафиксированы в семенящем беге и беге с высоким подниманием колена ($p = 0,157$; $p = 0,000 - 0,003$ при сравнении с остальными упражнениями).

Достоверно более острым, чем в семенящем беге и беге с высоким подниманием колена, однако и достоверно менее острым, чем в остальных упражнениях, оказался угол постановки ноги на опору в беге с захлестом голени ($p = 0,000 - 0,003$). Под наиболее острым углом нога ставилась на опору в беге прыжками и быстром беге ($p = 0,135$; $p = 0,000 - 0,037$ при сравнении с другими упражнениями). Под одинаковым углом ставилась нога на опору в медленном беге и беге на прямых ногах ($p = 0,820$; $p = 0,000 - 0,037$ при сравнении с другими упражнениями). Различные группы исследуемых локомоций по расстоянию от горизонтальной проекции ОЦМТ и углу постановки ноги на опору подтверждают неидентичность этих показателей: так, например, постановка стопы на переднюю и всю внешнюю часть при близком угле постановки ноги может приводить к значительным различиям в расстоянии от проекции ОЦМТ до точки касания опоры.

Все наблюдавшиеся беговые локомоции строились испытуемыми по единой схеме: после начала контакта с опорой следовала фаза амортизации, затем,

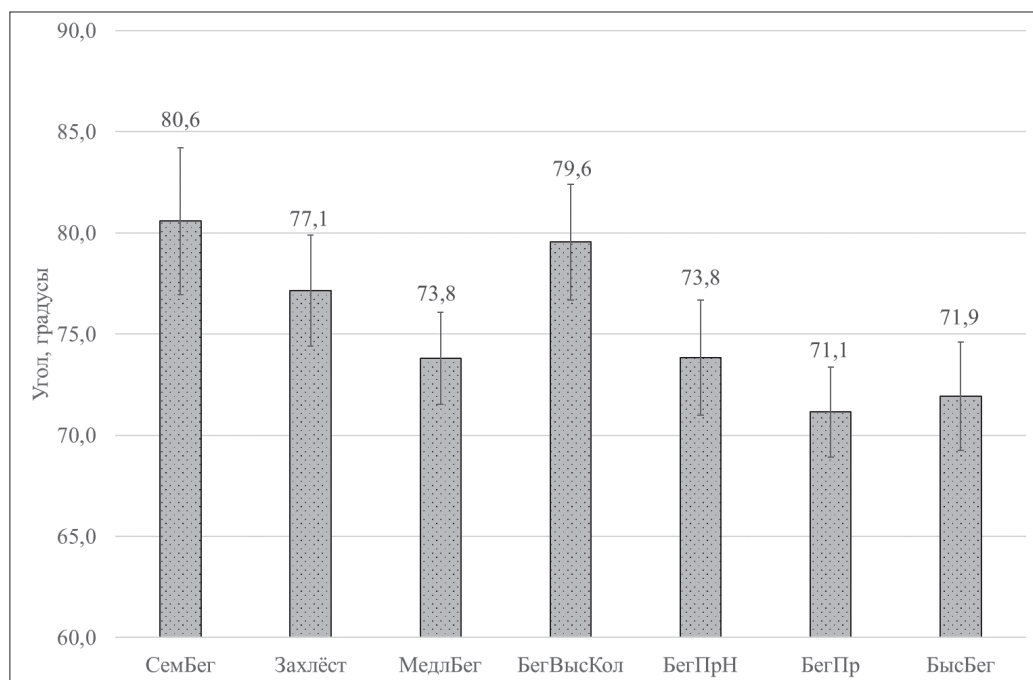


Рис. 4. Угол постановки ноги на опору в исследовавшихся беговых локомоциях

после прохождения проекцией ОЦМТ точки опоры, фаза собственно отталкивания. При этом во всех видах бега и беговых упражнениях длительность амортизации (когда горизонтальная составляющая силы реакции опоры направлена против движения ОЦМТ) оказалась достоверно короче длительности собственно отталкивания (когда горизонтальная составляющая силы реакции опоры направлена в сторону движения ОЦМТ) — во всех случаях $p = 0,000$ (рис. 5). Величины d -критерия размера эффекта Коэна составили от 1,605 (в беге с захлестом голени) до 3,468 (в семенящем беге), что дает основания считать наблюдаемые эффекты большими и подтверждает значимость различий времени амортизации и отталкивания в изучавшихся упражнениях. При этом корреляция между длительностью амортизации и собственно отталкивания в рассматривавшихся видах бега и беговых упражнениях позволяет говорить о наличии лишь слабой зависимости или ее отсутствии ($r =$ от 0,033 в беге прыжками до 0,375 в медленном беге). Это дает основания считать специфичными соответствующие биомеханические механизмы, которые во многом определяются индивидуальными особенностями испытуемых. Так, на рисунке 6 видно, что зависимость длительности амортизации и собственно отталкивания в быстром беге — упражнении, в котором подразумевается высокая степень обученности испытуемых — можно расценить лишь как слабую.

Из рисунка 5 также видно, что наименьшие величины времени амортизации и собственно отталкивания отмечены в быстром беге ($p = 0,002 - 0,000$ для фазы амортизации и $0,001 - 0,000$ для фазы собственно отталкивания

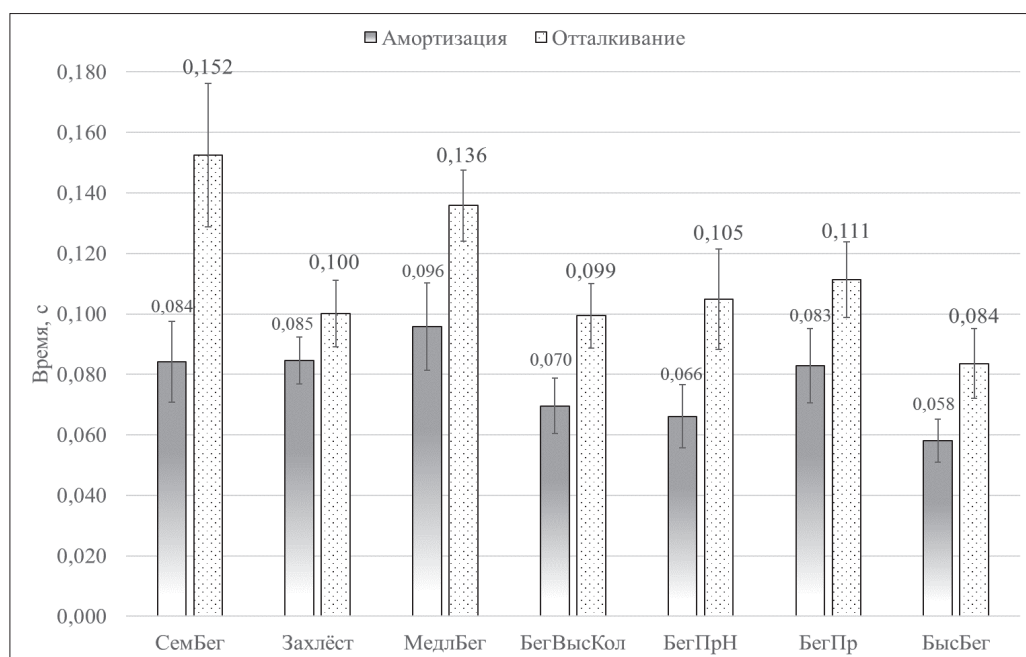


Рис. 5. Длительность амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и беговых упражнениях

при сравнении с медленным бегом и беговыми упражнениями) — упражнении, выполнявшемся с наибольшей скоростью передвижения. Дольше, чем в остальных исследовавшихся упражнениях, фаза амортизации длилась в медленном беге (рис. 5, $p = 0,025 - 0,000$).

Далее выделяется группа упражнений с «долгой» амортизацией: «медленные» (рис. 2) семенящий бег, бег с захлестом голени и «быстрый» бег прыжками — внутри группы длительность амортизации отличается недостоверно ($p > 0,05$); при этом она достоверно больше, чем в остальных упражнениях ($p = 0,049 - 0,000$), за исключением медленного бега. Более короткая амортизация зафиксирована в беге с высоким подниманием колена и беге на прямых ногах (рис. 5, $p = 0,244$ между ними и $0,001 - 0,000$ при сравнении с упражнениями с «долгой» амортизацией), которые, напомним, достоверно различаются по скорости передвижения (см. рис. 2).

Как видно из рисунка 6, самая большая длительность собственно отталкивания отмечена в семенящем беге и медленном беге, которая при этом достоверно различается как в названных упражнениях ($p = 0,024$), так и при сравнении с остальными упражнениями (p во всех случаях = $0,000$). В более медленном (см. рис. 2) беге с захлестом голени длительность отталкивания оказалась достоверно меньше, чем в быстром (см. рис. 2) беге прыжками ($p = 0,002$), и она не имела достоверных различий с ее величиной в более быстрых (см. рис. 2) беге на прямых ногах ($p = 0,257$) и беге с высоким подниманием колена ($p = 0,690$).

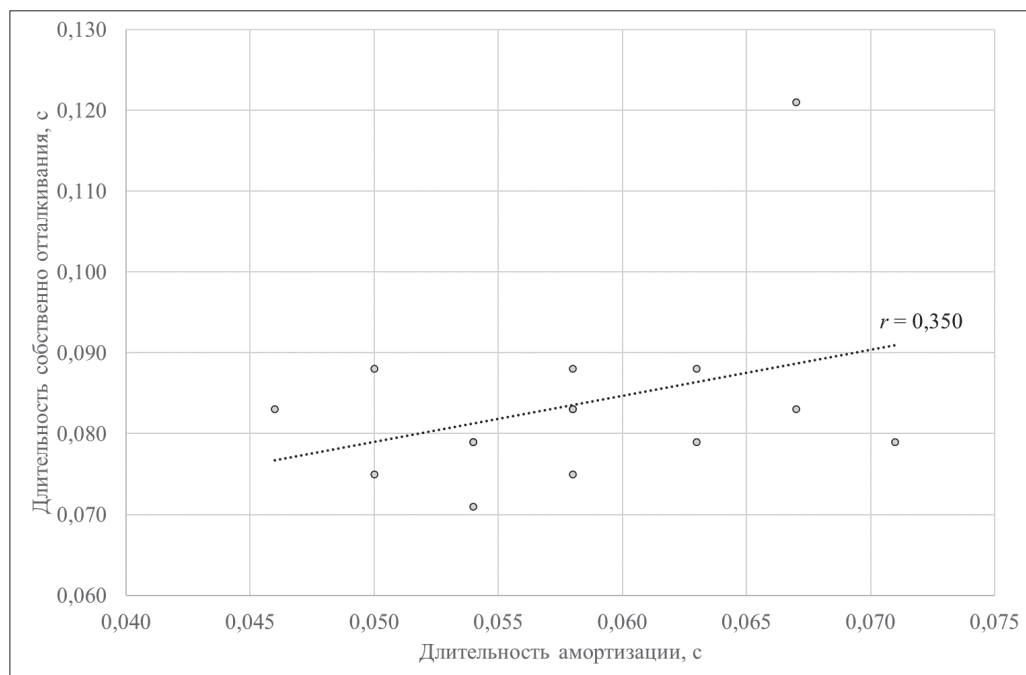


Рис. 6. Корреляция длительности амортизации и собственно отталкивания в быстром беге

В то же время, как видно из рисунка 7, отношение длительности амортизации к длительности собственно отталкивания в большинстве исследованных локомоций различается недостоверно. Так, из рисунка 7 видно, что названное отношение в медленном и быстром беге, беге с высоким подниманием колена и беге прыжками находится в границах 0,70–0,75 (все различия недостоверны, p = от 0,245 до 0,954). Несколько меньше это отношение в беге на прямых ногах — оно достоверно отличается от соответствующей величины в беге прыжками (p = 0,005) и не имеет достоверных различий с остальными упражнениями из названной выше группы (p > 0,05). Наибольшие различия длительности амортизации и собственно отталкивания зафиксированы в семенящем беге, где фаза амортизации составила 56 % от фазы собственно отталкивания (рис. 7, p = 0,093 при сравнении с бегом на прямых ногах и от 0,033 до 0,000 при сравнении с остальными упражнениями). Также ярко выраженные отличия отмечены в соотношении длительности амортизации и отталкивания в беге с захлестом голени — соответствующая величина оказалась достоверно больше, чем во всех остальных изучавшихся упражнениях — 85 % (p = от 0,040 до 0,000).

Таким образом, бег с разной скоростью, бег с высоким подниманием колена, бег на прямых ногах и бег прыжками могут иметь разную длительность амортизации и собственно отталкивания при контакте с опорой, однако соотношение этих фаз в названных локомоциях схоже, в то время как в семенящем беге фаза

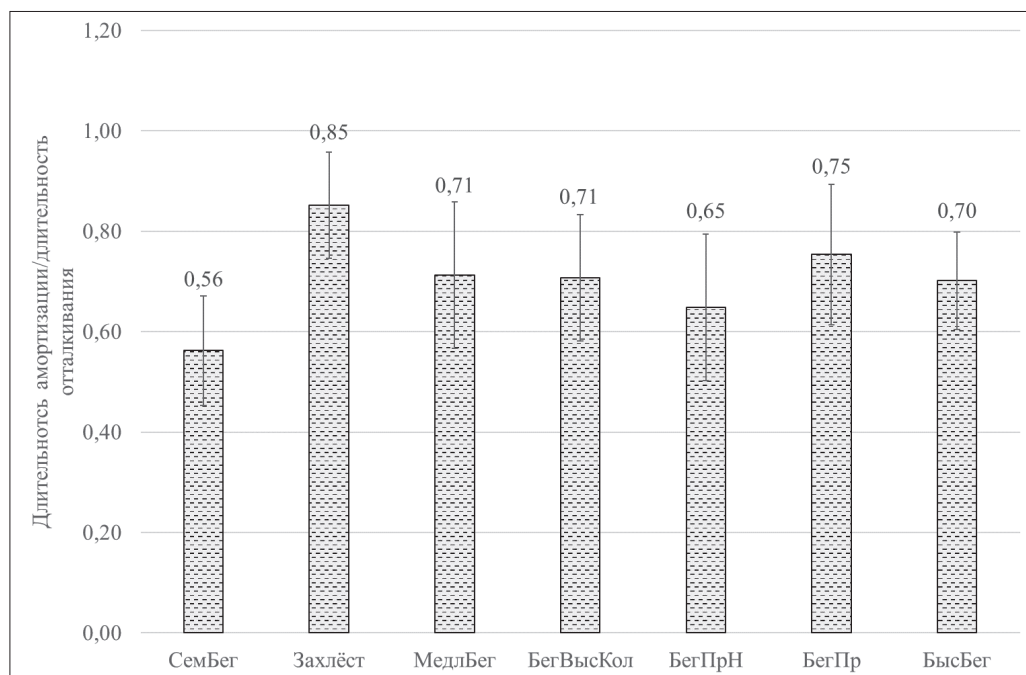


Рис. 7. Соотношение длительности амортизации и собственно отталкивания в беге с разной скоростью и в беговых упражнениях

амортизации существенно короче, чем фаза собственно отталкивания, при сравнении с остальными изучавшимися упражнениями, а в беге с захлестом голени, наоборот, существенно длиннее относительно фазы собственно отталкивания.

Заключение

Таким образом, различные скорость передвижения, углы постановки ноги на опору и расстояние от точки касания опоры до проекции ОЦМТ позволяют предполагать существенные различия в величинах сил амортизации в медленном и быстром беге и исследовавшихся беговых упражнениях. Различия скорости передвижения и техники выполнения, обнаруженные в исследовании, косвенно определяющие амортизационные механизмы, позволяют обоснованно использовать рассматривавшиеся упражнения в процессе развития двигательных способностей. Наименьшая скорость передвижения и расстояние от горизонтальной проекции ОЦМТ до точки касания опоры, а также наибольший угол постановки ноги на опору в семенящем беге позволяют считать это упражнение наиболее экономичным, оказывающим меньшую амортизационную нагрузку на нижние конечности, и рассматривать место этого упражнения не только в технической подготовке в спорте, но и в процессе развития общей выносливости в физическом воспитании лиц, имеющих

невысокий уровень двигательной подготовленности. Бег прыжками и бег на прямых ногах выполняются с достоверно более высокой скоростью передвижения, чем остальные беговые упражнения, при постановке ноги на опору далеко впереди проекции ОЦМТ. Это дает основания предполагать амортизационную нагрузку на опорно-двигательный аппарат в этих упражнениях высокой и рекомендовать их для развития скоростно-силовых способностей у лиц, прошедших предварительную подготовку. Дополнить знания, полученные в исследовании, позволили бы экспериментальные работы с измерением силовых характеристик взаимодействия с опорой в беговых упражнениях с применением тензоплатформы.

Список источников

1. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates. 1988. 567 p. ISBN: 0-8058-0283-5
2. Derrick T. R., Hamill J., Caldwell G. E. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998. Vol. 30. Iss. 1. P. 128–135. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00018>
3. Foot strike pattern, step rate, and trunk posture combined gait modifications to reduce impact loading during running / Y. Huang, H. Xia, P. B. Shull et al. // *Journal of Biomechanics*. 2019. Vol. 86. P. 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.058>. EDN: TDJTPR.
4. Moore I. S. Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy // *Sports Medicine*. 2016. Vol. 46. № 6. P. 793–807. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0474-4>. EDN: WSPOOJ.
5. Novacheck T. F. The biomechanics of running // *Gait and Posture*. 1998. Vol. 7. № 1. P. 77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6). EDN: YDCFKJ.
6. The biomechanics of running and running styles: a synthesis / B. T. Van Oeveren, C. J. De Ruiter, P. J. Beek, Ja. H. Van Dieën // *Sports Biomechanics*. 2024. Vol. 23. № 4. P. 516–554. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1873411>. EDN: AFPNBW.

References

1. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Lawrence Erlbaum Associates. 1988. 567 p. ISBN 0-8058-0283-5
2. Derrick T. R., Hamill J., Caldwell G. E. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1998;30(1):128–135. <https://doi.org/10.1097/00005768-199801000-00018>.
3. Huang Y., Xia H., Chen G., Cheng S., Cheung R. T., Shull P. B. Foot strike pattern, step rate, and trunk posture combined gait modifications to reduce impact loading during running. *Journal of Biomechanics*. 2019;86:102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.058>. EDN: TDJTPR.
4. Moore I. S. Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy. *Sports Medicine*. 2016;46(6):793–807. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0474-4>. EDN: WSPOOJ.
5. Novacheck T. F. The biomechanics of running. *Gait and Posture*. 1998;7(1):77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6). EDN: YDCFKJ.

6. Van Oeveren B. T., de Ruiter C. J., Beek P. J., van Dieën J. H. The biomechanics of running and running styles: a synthesis. *Sports Biomechanics*. 2024;23(4):516–554. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1873411>. EDN: AFPNBW.

Информация об авторах / Information about the authors:

Немцев Олег Борисович — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры спортивных дисциплин, Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия.

Nemtsev Oleg Borisovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Sports Disciplines, Adygea State University, Maykop, Russia.

oleg.nemtsev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0609-359X>

Мартынова Марина Николаевна — спортсмен-инструктор, Центр спортивной подготовки сборных команд Республики Адыгея, Майкоп, Россия.

Martynova Marina Nikolaevna — Athlete-instructor, Center for Sports Training of the Republic of Adygea Teams, Maykop, Russia

marinamart1998@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8079-344X>

Кучеренко Юлия Олеговна — преподаватель кафедры физической культуры и спорта, филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия.

Kucherenko Yulia Olegovna — Teacher of the Department of Physical Culture and Sports, Branch of the Presidential Academy of National Economy and Public Administration, St. Petersburg, Russia.

jokucher@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9910-2174>

Немцева Наталья Алексеевна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физического воспитания, Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия.

Nemtseva Natalia Alekseevna — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Education, Adygea State University, Maykop, Russia.

nanemceva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3810-1336>

Мехрикадзе Виталий Варламович — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики легкой атлетики, Московская государственная академия физической культуры, Малаховка, Россия.

Mekhrikadze Vitaliy Varlamovich — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Methodology of Track and Field, Moscow State Academy of Physical Culture, Malakhovka, Russia.

vitaliyvarl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7314-5727>

Вклад авторов:

Немцев Олег Борисович — формулирование идеи исследования, разработка дизайна и подбор методов исследования, подготовка черновика рукописи.

Марина Николаевна Мартынова — формулирование цели и подбор методов исследования, проведение эксперимента, статистическая обработка результатов, подготовка черновика рукописи.

Юлия Олеговна Кучеренко — статистический анализ, критическое осмысление, исправление и дополнение текста.

Наталья Алексеевна Немцева — статистическая обработка данных, подготовка таблиц и рисунков, исправление и дополнение текста.

Виталий Варламович Мехрикадзе — проведение эксперимента, критический анализ, исправление и дополнение текста.

Authors' contributions:

Oleg Borisovich Nemtsev — formulation of the research idea, development of the design and selection of research methods, preparation of a draft manuscript.

Marina Nikolaevna Martynova — formulation of the study purpose and selection of research methods, conducting the experiment, statistical processing of the results, preparation of a draft manuscript.

Yulia Olegovna Kucherenko — statistical analysis, critical understanding, correction and addition of text.

Natalia Alekseevna Nemtseva — statistical data processing, preparation of tables and figures, correction and addition of text.

Vitaliy Varlamovich Mekhrikadze — conducting an experiment, critical analysis, correction and addition of the text.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no relevant conflict of interest.

Статья поступила в редакцию: 28.05.2025;
одобрена после доработки: 05.10.2025;
принята к публикации: 21.10.2025.

The article was submitted: 28.05.2025;
approved after reviewing: 05.10.2025;
accepted for publication: 21.10.2025.