

DOI 10.31392/NPU-nc.series 15.2021.4(134).14
УДК: 616-08-039.71

Ільницький С.В.
Старший викладач кафедри циклічних видів спорту,
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, м. Харків
Коверя В. М.
Старший викладач кафедри циклічних видів спорту,
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, м. Харків
Лисенко В. В.
Старший викладач кафедри циклічних видів спорту,
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, м. Харків

ЗАСТОСУВАННЯ РЕВЕРСНОГО БІГУ ПІД ЧАС СПОРТИВНИХ ТРЕНУВАНЬ ЛЕГКОАТЛЕТІВ ТА У ФІЗИЧНІЙ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Пропонована стаття присвячена реверсному бігу в якості тренувального засобу для легкоатлетів і в якості засобу фізичної реабілітації, спираючись на більш ранній досвід іноземних колег. Метою статті було дослідити застосування реверсного бігу під час спортивних тренувань студентів-легкоатлетів. Завдання - визначити рівень координації та фізичної підготовленості студентів-легкоатлетів, використовуючи на заняттях техніку реверсного бігу. Методи дослідження: аналіз літературних джерел по англомовних бібліографічних базах Pub Med, Web of Science та Elsevier та педагогічний експеримент. Висновки. Реверсний біг дійсно виключає травмування суглобів, позитивно впливає на поставу. Студенти експериментальної групи показали числові та якісні відмінності показників при проведенні педагогічного експерименту. За відгуками студентів обох досліджуваних груп реверсний біг урізноманітнює монотонні тренувальні заняття, відкривши нові перспективи, та дав змогу по-новому відчувати тіло. Цей спосіб переміщення допомагає поліпшити баланс та підвищити координацію.

Ключові слова: легка атлетика, студенти, реверсний біг, реверсна ходьба, реабілітація, спорт.

Initsky Sergii, Kovieria Viktoriia, Lysenko Valentyna. Using a reverse run during athletes workouts and in physical rehabilitation. The proposed article is devoted to the reverse run as a training mean for athletes and as a mean of physical rehabilitation, based on the early experience of foreign colleagues. Recent time, in medicine, sports medicine, physical rehabilitation and sports, more widely walking and running backwards is being used. The purpose of the article was to investigate the use of reverse run during sports workout of athletes. The task was to determine the level of coordination and physical fitness of athletes, using the technique of reverse running. Research methods: analysis of literary sources for English-language bibliographic databases PubMed, Web of Science and Elsevier and pedagogical experiment. Conclusions. Reverse run really eliminates the injury of the joints, has a positive effect on the posture. Students of the experimental group showed numerical and qualitative differences in indicators when conducting a pedagogical experiment. According to the reviews of students of both studied groups, the reverse run diversified monotonous training classes, opening new perspectives, and allowed the body in a new way. This method of moving helps to improve the balance and increase coordination. Reverse running helps compensate for a frequent disadvantage that occurs between the groups of the front and back of the thigh, popliteal bonds and calm muscles. Was also noticed that during workouts energy consumption due to the activation of muscle groups increases, which usually do not participate in a conventional run, which led to an increase in energy consumption, which was reflected in the results of a decrease in the body weight of the experimental group.

Keywords: athletics, students, reverse run, reverse walking, rehabilitation, sports.

Постановка проблеми та актуальність. На сьогоднішній день біг і оздоровча ходьба є сучасними тенденціями в зміцненні здоров'я, підвищенні рухової активності у людей різного віку, а також широко використовуються в якості відновлювального засобу у фізичній реабілітації. Ходьба і біг є природними способами пересування людини, а як спортивна вправа – займають одне з основних місць не тільки в легкій атлетичі, а й у всіх видах спортивної діяльності. Обумовлено це тим, що в процесі виконання цих вправ відбуваються позитивні функціональні і морфологічні зміни в багатьох системах організму людини. При виконанні цих рухових локомоцій розвиваються і удосконалюються рухові вміння і навички [6].

Ходьба і біг, як види самостійних вправ, позитивно впливають на опорно-руховий апарат, серцево-судинну, дихальну і нервову системи. Регулярна ходьба і біг виступають не тільки в якості профілактики захворювань, спричинених малорухливим способом життя, а й використовуються при лікуванні, покращуючи легеневу функцію, тренуючи серцевий м'яз, зміцнюючи опорно-руховий апарат, сприяючи підвищенню сили, витривалості і збільшуючи опірність до стресів [5].

Останнім часом в медицині, спорті, у фізичній реабілітації та спортивній медицині все ширше використовується ходьба і біг спиною вперед (інші поширені назви: ходьба і біг спиною вперед, зворотна ходьба і біг, реверсивна / реверсна ходьба і біг, backward walking / running, реверс ранінг, reverse walking / running, ходьба і біг задом наперед). Вивчення кінематики ходьби і бігу спиною вперед довело ряд переваг перед класичним способом пересування, які можуть бути з успіхом використані як в процесі тренувань спортсменів різних кваліфікацій, так і в якості реабілітації при різних захворюваннях і пошкодженнях опорно-рухового апарату, а також нервової системи.

Аналіз літературних джерел. Застосування ходьби і бігу спиною вперед під час спортивних тренувань багатогранно. Вони можуть бути використані як одна з методик фітнесу для підвищення фізичної витривалості. Вченими

доведено, що при однакових параметрах фізичної активності ходьба і біг спиною вперед призводять до більш істотного навантаження на серцево-судинну і дихальну системи і сприяють стрімкому підвищенню як аеробних, так і анаеробних можливостей організму [11; 13; 18]. Більш високе споживання енергії в процесі ходьби спиною вперед поєднується зі зменшенням довжини кроку [14; 22].

Поряд з тренуючим потенціалом існує достатня кількість інформації у сфері фізичної реабілітації та спортивної медицини, що свідчить про позитивний вплив ходьби і бігу спиною вперед. Так, наприклад, при класичному бігу колінні суглоби піддаються сильному впливу ударного навантаження [7]. Ще у 1970-х роках реверсний біг використовувався для реабілітації атлетів після травм, оскільки не сприяв навантаженню на суглоби і м'язи.

У своєму дослідженні міланський професор Дж. Каван'я констатував, що звичайний біг на низьких швидкостях характеризується «жорсткою посадкою» і «м'яким злетом», коли нога вдаряється об землю задньою частиною стопи. При поштовху стопою створюється стримувана енергія в тканинах. При реверсному бігу така енергія не генерується і механізм працює в зворотному напрямку – «плавна посадка» і «жорсткий зліт». Бігун плавно приземлюється на носок, а потім плавно перекочується на п'яту і виконує відштовхування [9]. Також можна відзначити, що реверсний біг позитивно впливає на формування фізичної форми і сприяє зменшенню маси тіла при докладанні менших зусиль. Згідно дослідженню ряду авторів Kachanathu, S.J., Alenazi, A.M., Algarni, A.D. та інших, при бігу спиною вперед кількість рухових одиниць збільшується - активізуються групи м'язів, які не беруть участі при звичайному бігу, що призводить до збільшення споживання енергії [13]. Реверсний біг також збільшує витрату енергії під час тренувань не менше ніж на 30%. 100 кроків спиною вперед по ефективності дорівнює 1000 крокам звичайного бігу [16; 19]. Дослідження, проведені Ordway, J.D., Laubach, L.L. та ін. показали, що при такому способі бігу спостерігається підвищена частота кроку і зменшення його довжини в порівнянні зі звичним бігом, збільшується серцево-легенева реакція і потреба в кисні [16].

Реверсний біг сприяє розвитку вестибулярного апарату і поліпшення координації. Авторами показано, що за координацію при класичному бігу та при бігу спиною вперед відповідає одна і та ж нейронна схема, однак реверсний біг має більш високу ступінь мінливості координації, що зумовлено необхідністю постійно контролювати рівновагу, покращувати реакцію, коригувати траєкторію руху при бігу спиною вперед [15]. Реверсний біг допомагає при тренуванні рівноваги – повільна ходьба назад може використовуватись в якості терапії для людей з хворобою Паркінсона і потенційно корисна для літніх людей з ознаками погіршеної рівноваги [8; 10; 17].

Незважаючи на свої переваги реверсний біг має також недоліки, як стверджує Каван'я, головним чином той факт, що людина не бачить, куди рухається. *«Це повинно проводитися на біговій доріжці, - каже він, - або двома бігунами, що стоять в парі, один з яких біжить обличчям уперед».*

Поряд з іноземними дослідниками існує кілька робіт авторів пострадянського простору про переваги зворотної ходьби і можливості її застосування в сфері охорони здоров'я в якості нової методики реабілітації [5]; про застосування зворотної ходьби для дітей з церебральним паралічем [3]; про можливість застосування зворотної ходьби при патології колінного суглоба [1], а також публікації про зворотну ходьбу як про методику нейрореабілітації [4] та про можливість застосування зворотної ходьби для реабілітації пацієнтів похилого віку [2], проте кількість публікацій вітчизняних авторів з обговорюваної теми не досягає 10 робіт.

Метою статті є дослідити застосування реверсного бігу під час спортивних тренувань студентів-легкоатлетів.

Завдання - визначити рівень координації та фізичної підготовленості студентів-легкоатлетів, використовуючи на заняттях техніку реверсного бігу.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел по англійськомовних бібліографічних базах PubMed, Web of Science та Elsevier, де аналізувалися оригінальні дослідження, опубліковані за останнє десятиріччя; педагогічний експеримент, в який входило проведення функціональної спроби щодо рівня рівноваги шляхом визначення часу стійкого положення в позі стоячи на одній нозі (проба Ромберга) і тесту для визначення рівня фізичної підготовленості – «човниковий» біг 4x9 м щодо диференціювання просторово-часових параметрів рухів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У Китаї практика ходьби спиною вперед досить поширена серед людей вікової категорії 70+. Але не тільки китайці зацікавлені в русі спиною вперед: спортсмени Німеччини і США часто змінюють напрямок при бігу. Цей спосіб переміщення може допомогти поліпшити якість регулярних тренувань, фізичну форму, а також мінімізувати ризик травматизму.

Витоки цього різновиду переміщення на заході можна простежити від спортсменів початку 20-го століття, включаючи боксера Джина Танні і чемпіонів з боротьби Вільяма Малдуна і Еда Шульца, які були відомі тим, що використовували зворотний біг в своїх режимах тренувань. Однак, тільки в 1980-х роках ця техніка стала популярною.

Певна частка науки передбачає, що реверсний біг дозволяє людям відновитися після загальних травм, спалювати зайві калорії, сприяти покращенню рівноваги і, що важливо, урізноманітнити щоденну рутину.

Протягом багатьох років професійні тренери використовували короткі ривки бігу спиною вперед в якості інструменту для запобігання травм та збільшення щільності тренувального процесу. Лікарі і фізіотерапевти часто призначають реверсний біг в програмах фізичної реабілітації для спортсменів, у яких є проблеми з колінами, а деякі спортсмени і зовсім бігали спиною вперед по пагорбах, щоб зміцнити квадрицепси.

Існує кілька реальних прикладів застосування бігу спиною вперед в спортивній практиці. Спортсменка з Каліфорнії Лаура Каттівера, займаючись на біговій доріжці, помітила, що одна її нога рухається мимоволі і з судомами. Під час відбору на Олімпійські ігри Лаура неодноразово стикалася з бар'єром і зайняла передостаннє місце. Лікарі поставили діагноз - фокусна дистонія. Хворобу доцільно лікувати ін'єкціями ботокса, але Лаурі такий спосіб не підійшов - уражені м'язи виявилися занадто глибоко. Лаура почала медикаментозне лікування від ідіопатичного синдрому паркінсонізму (тремтливий параліч), але і воно не принесло результатів. Аби не завершувати спортивну кар'єру, спортсменка вирішила

експериментувати. Одного разу вона помітила, що при русі задом наперед у неї не виникають спазми. З того часу жінка продовжує тренуватися таким нестандартним способом.

Колишній марафонець з Британських островів Карл Твумі, готуючись до змагань, включив в свої тренування біг задом наперед і виявив, що такий спосіб знижує інтенсивність вібраційних ударів, які відчувають на собі суглоби і хребет. Пізніше один зі своїх марафонів він пробіг задом наперед.

У 2004 році китайський бігун Шу Женьжунь пробіг Пекінський марафон в техніці задом наперед. При цьому 42,2 кілометра він подолав швидше, ніж багато бігунів по класичній техніці бігу. Він фінішував з часом 3:43:39.

Ivan C. стверджує, що реверсний біг повинен стати важливою практикою для будь-якого спортсмена, підвищуючи витривалість, зміцнюючи м'язи ніг, підвищуючи оксигенацію, покращуючи швидкість і рівновагу і сприяючи різноманіттю тренувань [12].

При бігу спиною вперед центр маси тіла природним шляхом підтримується в оптимальному положенні, не викликаючи додаткового навантаження - в той час як при класичному бігу відбувається поступовий нахил голови і тулуба вперед, що зрушує центр маси тіла і збільшує навантаження на тулуб.

Механіка звичайної ходьби така, що значну частину ударного навантаження в фазі опори бере на себе гомілковостопний і колінний суглоби. Якщо при звичайній ходьбі крок починається з п'яти, то при ходьбі спиною вперед - з пальців ноги; а відсутність контакту п'яти з ґрунтом на початку фази опори пов'язана з меншим навантаженням на суглоби нижньої кінцівки. Ходьба спиною вперед чинить менший вплив на коліно, оскільки поглинання ударної хвилі в фазі опори забезпечує гомілковостопний суглоб. Крім зниження навантаження на колінні суглоби, ходьба спиною вперед здатна поліпшити стабільність передньої хрестоподібної зв'язки [21]. У той же час Дж. Каван'я відзначає прямий взаємозв'язок реверсного бігу з класичною технікою бігу: на його думку, зворотний біг може потенційно «поліпшити техніку класичного бігу, дозволяючи провести більш тривале і безпечне тренування» [9].

При класичній ходьбі руховою силою є литковий м'яз, при ходьбі спиною вперед - передня поверхня стегна і розгиначі коліна. Під час реверсного бігу покращується м'язовий тонус, мінімізуються або зовсім зникають травми і мікротравми, акцентується увага на різних м'язах і використовуються різні частини великих м'язових груп. Зворотний біг також дозволяє кісткам і суглобам більш ефективно «поглинати удари» і сприяє більш ефективній роботі легень [3; 5]. Також біг спиною вперед сприяє більш швидкому відновленню спортсменів при розтяжінні щиколоток, травмах коліна, розтяжінні підколінних сухожилів. Ходьба спиною вперед застосовується також у випадках, коли необхідно мінімізувати навантаження на колінний суглоб, зміцнити певні групи м'язів нижньої кінцівки, поліпшити моторику і почуття рівноваги, відновити навичку звичайної ходьби при її втраті в результаті захворювання опорно-рухового апарату, а також нервової системи.

Експеримент проводився впродовж 6 тижнів з вересня по жовтень (включно) 2020 року. У проведеному дослідженні Національного педагогічного університету ім. Г.С. Сковороди, факультету фізичного виховання і спорту, спеціальностей 014 - Середня освіта (Фізична культура) та 017 - Фізична культура і спорт, спеціалізації «Легка атлетика», було запропоновано вправляти у бігу спиною вперед під час академічних занять з дисципліни «Легка атлетика». Студенти спеціальності 014 - Середня освіта (Фізична культура), які склали контрольну групу (n=25), застосовували ходьбу і біг спиною вперед в підготовчій частині заняття тричі на тиждень, а студенти спеціальності 017 - Фізична культура і спорт (експериментальна група, n=22) вправляли у бігу та ходьбі спиною вперед додатково до кожного заняття по 30-45 хвилин також тричі на тиждень під час спеціалізованих занять зі спортивно-педагогічного вдосконалення (СПВ) та теорії та методики обраного виду спорту (спеціалізація «легка атлетика»). На початку експерименту учасники обох груп були розділені на пари для того, щоб партнер допомагав орієнтуватися при бігу спиною вперед. Для підвищення інтересу до занять і збільшення навантаження студенти спеціальності 017 - Фізична культура і спорт чергували класичний біг і реверсний біг, також додаючи стрибки і повороти в систему тренувань. Впродовж експерименту студенти дотримували звичного для них питного режиму та режиму харчування, без суворих обмежень. Біг спиною вперед має більш високу ступінь мінливості координації: студентам необхідно було завжди контролювати баланс, вміти скорегувати траєкторію руху. Після проведення експерименту для обох груп, які прийняли участь в експерименті, було проведено функціональну пробу Ромберга для визначення часу стійкого положення в позі стоячи на одній нозі (с) та отримано дані нормативу «човниковий» біг 4x9 м для диференціювання просторово-часових параметрів рухів.

Таблиця 1

Результати проведеного педагогічного експерименту

Тестування/Нормативи	ЕГ (n=22)	КГ (n=25)
Проба Ромберга	57±2,3	48±1,16
«Човниковий» біг 4x9 м	9,87±0,7	12,07±0,51

В Таблиці 1. наведені дані проведеного педагогічного експерименту функціонального стану і фізичної підготовленості для порівняльного аналізу між контрольною та експериментальною групами за показниками проби Ромберга та «човникового» бігу 4x9 м після впровадження реверсного бігу у тренувальний процес студентів-легкоатлетів.

В експериментальній групі експеримент з реверсним бігом показав відмінні результати проти результатів у контрольній групі. Реверсний біг сприяв поліпшенню координації та покращенню показників вестибулярного апарату (табл. 1). У студентів експериментальної групи при впровадженні реверсного бігу у тренувальний процес, відзначено зниження маси тіла в середньому на 0,5-1 кг, поліпшився м'язовий тонус нижніх кінцівок. Студенти, що раніше отримали травму колінного суглоба, відзначили переваги бігу і ходьби спиною вперед, а саме: реверсний біг дозволив їм повернутися до інтенсивних тренувань в більш короткі терміни, оскільки біг і ходьба спиною вперед зменшили навантаження на колінний суглоб, що надало можливість продовжувати тренуватися, застосовуючи варіативне навантаження. На відміну від експериментальної, в контрольній групі істотних змін щодо позитивної динаміки не спостерігалось через невелику кількість

тренувального часу, який відводився для виконання спеціальних бігових вправ та реверсного бігу. Із самого початку студенти контрольної групи поставилися до реверсного бігу, як до різновиду бігу і як до «загально-розвиваючої вправи в русі», проте студенти експериментальної групи сприйняли реверсний біг як інноваційну, допоміжну та оздоровчу методику тренувань. Не дивлячись на менш показові результати ніж у експериментальної групи, ми вважаємо, показники студентів контрольної групи досить непоганими, вбачаючи фахову специфічну різницю між спеціальностями 014 та 017.

Висновки. Дослідження дало змогу встановити, що реверсний біг дійсно виключає травмування суглобів: даний різновид бігу повністю виключає навантаження на суглоби. Реверсний біг позитивно впливає на поставу: центр ваги природним шляхом підтримується в оптимальному положенні, не сприяючи додатковому навантаженню. Студенти експериментальної групи показали числові та якісні відмінності показників при проведенні педагогічного експерименту у порівнянні результатів проби Ромберга та «човникового» бігу 4x9 м. Також було відзначено, що під час тренувальних занять збільшувалась витрата енергії за рахунок активізації груп м'язів, які зазвичай не беруть участі в звичайному бігу, що призвело до збільшення споживання енергії, що відбулося на результатах зниження маси тіла студентів експериментальної групи.

За відгуками студентів обох досліджуваних груп реверсний біг урізноманітнює монотонні тренувальні заняття, відкривши нові перспективи, та дав змогу по-новому відчувати тіло. Цей спосіб переміщення допомагає поліпшити баланс та підвищити координацію. Реверсний біг допомагає компенсувати частий недолік, який виникає, між групами м'язів передньої і задньої поверхні стегна, підколінними зв'язками та литковими м'язами.

Перспектива подальших досліджень полягатиме у додатковому проведенні експериментального дослідження для оцінки рівня фізичної підготовленості студентів-легкоатлетів у після карантинному періоді.

Література

1. Клеменов, А. В. (2021). Возможности применения обратной ходьбы при патологии коленного сустава (обзор литературы). *Гений ортопедии*, 27(1).
2. Клеменов, А. В. (2017). Возможности применения обратной ходьбы для реабилитации пожилых пациентов. *Клиническая геронтология*, 23(7-8).
3. Клеменов, А. В. (2017). Обратная ходьба и ее применение в реабилитации детей с церебральным параличом. *Детская и подростковая реабилитация*, (2), 24-26.
4. Клеменов, А. В. (2018). Обратная ходьба как методика нейрореабилитации. *Вестник восстановительной медицины*, (2), 108-112.
5. Клеменов, А. В. (2017). Ходьба спиной вперед в спортивных тренировках и медицинской реабилитации. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2017;7(4):49-54. URL: <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.4.49> (Дата звернення: 25.03.2021).
6. Никитин, В. И., Гадюкова, А. Н., & Куликова, К. С. (2016). Спортивная ходьба и бег в школе: учебное пособие. 46 с.
7. Ткалич, И. В., Черепок, А. А., Ткалич, И. В., & Черепок, О. О. (2014). Спортивная травматология: учебное пособие. Запорожье: ЗГМУ. 160 с.
8. Bryant, M. S., Rintala, D. H., Hou, J. G., Collins, R. L., & Protas, E. J. (2016). Gait variability in Parkinson's disease: levodopa and walking direction. *Acta Neurologica Scandinavica*, 134(1), 83-86.
9. Cavagna, G. A., Legramandi, M. A., & La Torre, A. (2011). Running backwards: soft landing-hard takeoff, a less efficient rebound. *Proceedings. Biological sciences*, 278(1704), 339-346. URL: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1212>. (Дата звернення: 20.03.2021).
10. Hackney, M. E., & Earhart, G. M. (2010). The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson Disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(1), 97.
11. Hoogkamer, W., Meyns, P., & Duysens, J. (2014). Steps forward in understanding backward gait: from basic circuits to rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*, 42(1), 23-29.
12. Ivan, C. (2013). Retro running an exercise with untold benefits. *Discobulul, Revista UNEFS de cultură, educație, sport și kinetoterapie Anul IX nr.2 (32)*. P. 5-9.
13. Kachanathu, S.J., Alenazi, A.M., Algarni, A.D., Hafez, A.R., Hameed, U.A., Nuhmani, S., & Melam, G. (2014). Effect of forward and backward locomotion training on anaerobic performance and anthropometrical composition. *Journal of physical therapy science*, 26(12), 1879-1882. URL: <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1879> (Дата звернення: 19.03.2021).
14. Lee, M., Kim, J., Son, J., & Kim, Y. (2013). Kinematic and kinetic analysis during forward and backward walking. *Gait & posture*, 38(4), 674-678.
15. Mehdi-zadeh, S., Arshi, A.R., & Davids, K. (2015). Quantifying coordination and coordination variability in backward versus forward running: Implications for control of motion. *Gait & posture*, 42(2), 172-177. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.006> (Дата звернення: 15.03.2021).
16. Ordway, J.D., Laubach, L.L., Vanderburgh, P.M., & Jackson, K.J. (2016). The Effects of Backwards Running Training on Forward Running Economy in Trained Males. *Journal of strength and conditioning research*, 30(3), 763-767.
17. Shigemori, K., Nagino, K., Nakamata, E., Nagai, E., Izuta, M., Nishii, M., & Kai, S. (2014). Motor learning in the community-dwelling elderly during Nordic backward walking. *Journal of physical therapy science*, 26(5), 741-743.
18. Terblanche, E., Page, C., Kroff, J., & Venter, R. E. (2005). The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women. *International journal of sports medicine*, 26(03), 214-219.
19. Terblanche, E., Cloete, W.A., du Plessis, P.A., Sadie, J.N., Strauss, A., & Unger, M. (2003). The metabolic transition speed between backward walking and running. *European journal of applied physiology*, 90(5), 520-525.
20. Tseng, J., Yuan, R. Y., & Jeng, C. (2015). Treadmill training improves forward and backward gait in early Parkinson

disease. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 94(10), 811-819.

21. Viggiano, D., Corona, K., Cerciello, S., Vasso, M., & Schiavone-Panni, A. (2014). The kinematic control during the backward gait and knee proprioception: insights from lesions of the anterior cruciate ligament. *Journal of human kinetics*, 41(1), 51-57.

22. Wright, S. E. T. H., & Weyand, P. G. (2001). The application of ground force explains the energetic cost of running backward and forward. *Journal of Experimental Biology*, 204(10), 1805-1815.

References

1. Klemenov, A. V. (2021). "Vozmozhnosti prymerenyya obratnoy khodby pry patologyy kolennogo sustava (obzor lyteratury)". *Geny ortopedyy*, 27(1).

2. Klemenov, A. V. (2017). "Vozmozhnosti prymerenyya obratnoy khodby dlya reabylytatsyy pozhylykh patsyentov". *Klynycheskaya gerontologyya*, 23(7-8).

3. Klemenov, A. V. (2017). "Obratnaya khodba y ee prymerenye v reabylytatsyy detey s tserebralnym paralychom". *Detskaya y podrostkovaya reabylytatsyya*, (2), 24-26.

4. Klemenov, A. V. (2018). "Obratnaya khodba kak metodyka neyroreabylytatsyy". *Vestnyk vosstanovitelnoy medytsyny*, (2), 108-112.

5. Klemenov, A. V. (2017). "Khodba spynoy vpered v sportyvnykh trenyrovkakh y medytsynskoy reabylytatsyy". *Sportyvnyaya medytsyna: nauka y praktyka*. 2017;7(4):49-54. Available at: <https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2017.4.49> (accessed: 25.03.2021).

6. Nykytyn, V. Y., Gadyukova, A. N., & Kulykova, K. S. (2016). *Sportyvnyaya khodba y beg v shkole: uchebnoe posobyе*. 46 s.

7. Tkalych, Y. V., Cherepok, A. A., Tkalych, I. V., & Cherepok, O. O. (2014). *Sportyvnyaya travmatologyya: uchebnoe posobyе*. Zaporozhe: ZGMU. 160 s.

8. Bryant, M. S., Rintala, D. H., Hou, J. G., Collins, R. L., & Protas, E. J. (2016). "Gait variability in Parkinson's disease: levodopa and walking direction". *Acta Neurologica Scandinavica*, 134(1), 83-86.

9. Cavagna, G. A., Legramandi, M. A., & La Torre, A. (2011). "Running backwards: soft landing-hard takeoff, a less efficient rebound". *Proceedings. Biological sciences*, 278(1704), 339-346. Available at: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1212>. (accessed: 20.03.2021).

10. Hackney, M. E., & Earhart, G. M. (2010). "The effects of a secondary task on forward and backward walking in Parkinson Disease". *Neurorehabilitation and neural repair*, 24(1), 97.

11. Hoogkamer, W., Meyns, P., & Duysens, J. (2014). "Steps forward in understanding backward gait: from basic circuits to rehabilitation". *Exercise and sport sciences reviews*, 42(1), 23-29.

12. Ivan, C. (2013). "Retro running an exercise with untold benefits". *Discobulul, Revista UNEFS de cultură, educație, sport și kinetoterapie Anul IX nr.2 (32)*. P. 5-9.

13. Kachanathu, S.J., Alenazi, A.M., Algarni, A.D., Hafez, A.R., Hameed, U.A., Nuhmani, S., & Melam, G. (2014). "Effect of forward and backward locomotion training on anaerobic performance and anthropometrical composition". *Journal of physical therapy science*, 26(12), 1879-1882. Available at: <https://doi.org/10.1589/jpts.26.1879> (accessed: 19.03.2021).

14. Lee, M., Kim, J., Son, J., & Kim, Y. (2013). "Kinematic and kinetic analysis during forward and backward walking". *Gait & posture*, 38(4), 674-678.

15. Mehdizadeh, S., Arshi, A.R., & Davids, K. (2015). "Quantifying coordination and coordination variability in backward versus forward running: Implications for control of motion". *Gait & posture*, 42(2), 172-177. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.006> (accessed: 15.03.2021).

16. Ordway, J.D., Laubach, L.L., Vanderburgh, P.M., & Jackson, K.J. (2016). "The Effects of Backwards Running Training on Forward Running Economy in Trained Males". *Journal of strength and conditioning research*, 30(3), 763-767.

17. Shigemori, K., Nagino, K., Nakamata, E., Nagai, E., Izuta, M., Nishii, M., & Kai, S. (2014). "Motor learning in the community-dwelling elderly during Nordic backward walking". *Journal of physical therapy science*, 26(5), 741-743.

18. Terblanche, E., Page, C., Kroff, J., & Venter, R. E. (2005). "The effect of backward locomotion training on the body composition and cardiorespiratory fitness of young women". *International journal of sports medicine*, 26(03), 214-219.

19. Terblanche, E., Cloete, W.A., du Plessis, P.A., Sadie, J.N., Strauss, A., & Unger, M. (2003). "The metabolic transition speed between backward walking and running". *European journal of applied physiology*, 90(5), 520-525.

20. Tseng, J., Yuan, R. Y., & Jeng, C. (2015). "Treadmill training improves forward and backward gait in early Parkinson disease". *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 94(10), 811-819.

21. Viggiano, D., Corona, K., Cerciello, S., Vasso, M., & Schiavone-Panni, A. (2014). "The kinematic control during the backward gait and knee proprioception: insights from lesions of the anterior cruciate ligament". *Journal of human kinetics*, 41(1), 51-57.

22. Wright, S. E. T. H., & Weyand, P. G. (2001). "The application of ground force explains the energetic cost of running backward and forward". *Journal of Experimental Biology*, 204(10), 1805-1815.