

Успехи ГЕРОНТОЛОГИИ

Молекулярные и физиологические
механизмы старения

Модели и методы в биологии старения

Профилактика преждевременного
старения

Новое в гериатрии

Медико-социальная помощь пожилым

Advances in Gerontology

2009 № 2
Том 22
Volume 22

**УСПЕХИ ГЕРОНТОЛОГИИ
ADVANCES IN GERONTOLOGY**



«ЭСКУЛАП» • САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • 2009

Russian Academy of Sciences • Division of Biological Sciences
Scientific Council on Physiological Sciences
Gerontological Society
North-Western Branch of RAMS

ADVANCES in GERONTOLOGY

V o l u m e 2 2, № 2

Editorial Board:

V.N. Anisimov (St. Petersburg) — Editor-in-Chief
V.Kh. Khavinson (St. Petersburg) — Vice-Editor-in-Chief
V.S. Baranov (St. Petersburg)
A.I. Gaziev (Pushchino)
A.D. Nozdrachev (St. Petersburg)
A.M. Olovnikov (Moscow)
P.A. Vorobiev (Moscow)
Yu.P. Nikitin (Novosibirsk)

International Advisory Board:

A.L. Azin (Yoshkar-Ola)	I.M. Kvetnoy (St. Petersburg)
A.V. Arutjunyan (St. Petersburg)	L.B. Lazebnik (Moscow)
A.L. Arieu (St. Petersburg)	A.I. Martynov (Moscow)
V.V. Bezrukov (Kiev)	M.A. Paltsev (Moscow)
M. Davidovich (Beograd)	M. Passeri (Parma)
M.I. Davydov (Moscow)	R.J. Reiter (San Antonio)
C. Francheschi (Bologna)	G.S. Roth (Baltimore)
V.T. Ivanov (Moscow)	V.N. Shablin (Moscow)
N.N. Kipshidze (Tbilisi)	V.P. Skulachev (Moscow)
T.B.L. Kirkwood (Newcastle)	J. Troisi (Malta)
V.K. Koltover (Chernogolovka)	J. Vijg (San Antonio)
F.I. Komarov (Moscow)	R. Weindruch (Madison)
O.V. Korkushko (Kiev)	T. von Zglinicki (Newcastle)
E.A. Korneva (St. Petersburg)	O.G. Yakovlev (Samara)
G.P. Kotelnikov (Samara)	A.I. Yashin (Durham)

Published since 1997

Indexed in Index Medicus / MEDLINE

St. PETERSBURG • 2009

В. Ф. Пятин¹, И. В. Широлапов¹, О. Л. Никитин²

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВИБРАЦИОННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ГЕРОНТОЛОГИИ

¹ Самарский государственный медицинский университет, 443079 Самара, ул. Гагарина, 18;

² Гериатрический научно-практический центр, 443079 Самара, пр. Карла Маркса, 165-Б; e-mail: ishirolapov@mail.ru

В основе реакции физиологических систем организма человека при вибрационной физической нагрузке (синоним — тренинг ускорением) лежит интенсивная проприоцептивная стимуляция скелетных мышц. Данное воздействие обладает широким спектром положительных результатов. Показана высокая эффективность данного тренинга для лечения остеопороза и снижения избыточного веса, реабилитации двигательных расстройств при болезни Паркинсона, восстановлении функций нервной системы при рассеянном склерозе и у людей с инсультом в анамнезе, в реабилитации лиц после длительного пребывания на больничной койке.

Ключевые слова: *вибрационная физическая нагрузка, тренинг ускорением, интенсивная проприоцептивная стимуляция*

В восстановительной медицине широко применяют нагрузку с дополнительным отягощением для реабилитации физиологических функций организма человека, в том числе у пожилых. Однако многим людям пожилого возраста не подходит подобная нагрузка в силу разных причин (отсутствие мотивации, слабое физическое состояние и необходимость внешней помощи, быстро наступающая усталость, технические особенности тренажеров). В последнее время все большее внимание ученых и практиков привлекает один из способов биомеханической стимуляции — вибрационная физическая нагрузка (синоним — тренинг ускорением). В современных приборах типа аутентичного циклоидного генератора тренажера «Power Plate» основное стимулирующее действие оказывает импульсное ускорение, создаваемое вибрацией благодаря смещению платформы тренажера в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, преимущественно — по вертикальной оси (режим работы: частота 30–50 Гц, длительность одного упражнения 30–60 с, амплитуда смещения платформы 2–4 мм). Также в исследованиях и клинической практике применяют виброплатформы «Galileo 2000», «Nemes Bosco System», однако эти тренажеры являются одно- либо двухплоскостными.

Вибрационная физическая нагрузка вызывает рефлекторную реакцию скелетных мышц в виде последовательности малых, близких к изометрическим, произвольных сокращений мышцы с частотой, равной частоте вибрационного воздействия на нервомышечную систему человека. Физиологической основой ответов организма на данное воздействие является интенсивная стимуляция мышечных веретен [9]. В ряде исследований изучено действие однократной вибрационной физической нагрузки, то есть эффекты одного упражнения на тренажере длительностью 30–60 с с различной частотой вибрационного стимула и амплитудой смещения платформы или одной тренировочной сессии длительностью 30 мин, включающей разминочные, силовые и релаксационные упражнения, а также периоды отдыха между каждым упражнением. Другие исследователи изучали эффекты длительной программы вибрационной физической нагрузки (3, 6, 12 мес) в условиях трех тренировочных сессий в неделю длительностью 30 мин каждая, при этом интенсивность тренинга нарастала согласно принципу прогрессии (увеличение продолжительности одного вибрационного упражнения, числа серий одного упражнения или количества различных упражнений, укорочение времени отдыха, а также увеличение частоты вибрационной стимуляции и амплитуды смещения платформы). Под воздействием импульсного ускорения двукратно усиливается кровоток в сосудах мышц и кожи тренируемой области тела, возрастает лимфодренаж и венозный отток. Вибрационная физическая нагрузка оказалась высокоэффективной для лиц пожилого возраста при лечении остеопороза и снижении избыточного веса, реабилитации двигательных расстройств при болезни Паркинсона, восстановлении функций центральной нервной системы при рассеянном склерозе. Доказана эффективность тренинга

ускорением при реабилитации лиц после длительного пребывания на больничной койке.

Мышечно-сухожильный аппарат и координация движений

Профессор В. Т. Назаров впервые применил вибрационное воздействие в виде биомеханической стимуляции в дополнение к традиционным физическим нагрузкам для тренировки профессиональных спортсменов для улучшения их спортивных показателей [1]. Автор использовал оригинальные устройства для генерации вибраций и добивался быстрого увеличения объема движений, мышечной силы, выносливости атлетов и снижения болевой чувствительности [1, 16]. Главным механизмом, лежащим в основе полученных результатов, В. Т. Назаров назвал инициируемую вибрационным воздействием активацию так называемой мышечной помпы, приводящую к значительному улучшению циркуляции крови в мышцах.

Вибрационная физическая нагрузка является эффективной как при однократном воздействии, так и в результате постоянных тренировочных сессий, повышая показатели функциональной активности нейромышечной системы. Данное воздействие оказывает выраженное положительное влияние на физическую активность пожилых пациентов: результаты функциональных тестов после реабилитационной сессии значительно выше у пациентов в экспериментальной группе, чем в группе сравнения, занимающихся резистивным тренингом, и в группе плацебо [5, 22]. Включение вибрационной физической нагрузки в традиционный тренинг с физическими упражнениями на растяжение достоверно повышает гибкость, а также подвижность суставов верхних и нижних конечностей, скорость двигательных актов и способствует увеличению объема движений. Результаты исследований позволяют рекомендовать вибрационную физическую нагрузку в качестве метода профилактики возрастной мышечной гипотрофии [8, 20, 23].

Развивающаяся мышечная слабость у пожилых является одним из главных факторов риска случайных падений и переломов костей. Исследования с воздействием на организм пожилых пациентов тренинга ускорением, проводимые в течение 6 мес, а также одного года, показали, что вибрационная физическая нагрузка достоверно увеличивает изометрическую и взрывную силу мышц нижних конечностей у испытуемых на 10 и 20%, соот-

ветственно, и мышечную массу — на 3,4%. Это может способствовать устранению симптомов при ассоциированной с возрастом потере массы скелетной мускулатуры (саркопении). При этом вибрационный тренинг минимизирует стресс физической нагрузки и потребность в сознательном напряжении костно-мышечной, респираторной и дыхательной систем [4]. 2–3 месяцев тренинга ускорением достаточно для улучшения динамических показателей нейромышечной системы, необходимых в повседневной деятельности пожилого человека и прямо отражающихся на качестве жизни: это включает скорость ходьбы, длину шага и максимальное время стояния на одной ноге [13, 14].

Вибрационный физический тренинг достоверно улучшает показатели теста на равновесие и позную устойчивость у пожилых, что способствует снижению риска падений. Улучшение показателей локомоции при помощи научения и тренировки сходных двигательных паттернов происходит на фоне улучшения центрального и проприорецептивного контроля двигательной активности [18].

Увеличение силы произвольного мышечного сокращения и улучшение координации и проприорецептивного контроля положения тела в пространстве продемонстрировано у пожилых лиц с инсультом в анамнезе, а также у пациентов с болезнью Паркинсона. Общее улучшение двигательных навыков по разным показателям в экспериментальной группе составляет около 20%. При этом, у пациентов с болезнью Паркинсона наиболее выражено уменьшаются тремор и ригидность (на 25 и 24%, соответственно). Улучшение координации и равновесия положительно отражается на активных движениях пациентов, что позволяет рекомендовать физический тренинг ускорением в качестве дополнения к стандартным реабилитационным программам больных неврологического профиля, имеющих нервно-мышечные нарушения [12].

Разные программы традиционного резистивного тренинга, нацеленные на развитие основных мышечных групп, обеспечивающих локомоцию человека, по общей продолжительности нагрузки (включая периоды отдыха), интенсивности (70–80% от максимальной сопротивляемости) и числа повторений могут достигать особенно высоких нагрузок для пожилого человека. Поэтому отсутствие мотивации и утомление — симптомы, отмечаемые более 90% пациентов лечебных учреждений для хронических больных, — снижают возможность применения интенсивной физической нагрузки

у ослабленных пожилых людей. Показано, что вибрационная физическая нагрузка возможна и эффективна для пожилых людей с ограниченными функциональными возможностями (слабость опорно-двигательного аппарата, нарушения центрального контроля двигательных актов), при этом снижается риск падений, улучшается подвижность таких пациентов и качество жизни в целом. Данные рандомизированных исследований доказывают, что применение вибрационного тренинга в комплексе со стандартными физиотерапевтическими и резистивными упражнениями для реабилитации и развития функций у пожилых (ходьба, тренировка равновесия тела, силовые упражнения с резистивной мобилизацией нижних конечностей и прочее) способствует улучшению функциональных показателей работы нервной и мышечной систем. В ряде исследований показано, что 6-недельная программа увеличивала показатели тестов на равновесие, позный контроль, максимальную силу мышц, гибкость и подвижность (средний возраст испытуемых — 77 лет). При этом исследуемые показатели были значительно выше у испытуемых группы комбинированного тренинга (с добавлением вибрационной нагрузки), по сравнению с таковыми у пожилых пациентов, занимающихся исключительно физиотерапевтическим лечением и резистивным тренингом [2, 7].

В основе улучшения показателей физической активности при вибрационной физической нагрузке лежит нервно-мышечная адаптация. Механизм адаптации связан с «тоническим вибрационным рефлексом» как классическим ответом скелетных мышц на вибрационный раздражитель, направленный вдоль мышечных волокон. Рефлекс проявляется в виде цепи физиологических, близких к изометрическим, произвольных мышечных сокращений с частотой, равной частоте стимуляции (30–50 Гц). Возникающий при этом поток нервных импульсов от мышечных веретен к α -мотонейронам спинного мозга передается, преимущественно, по Ia-афферентам [9]. При воздействии ускорением электромиографически выявлена активация до 100 % скелетных мышечных волокон. Интенсивная стимуляция проприорецепторов при воздействии ускорением вызывает повторное рекрутирование молчащих двигательных единиц и временное поддержание их в состоянии высокой активности даже в утомленных мышцах. В возникающем при этом утомлении ведущее значение имеет периферический механизм на фоне нормаль-

ного уровня молочной кислоты в крови, который достоверно не повышается после вибрационного тренинга ускорением [19].

Плотность костной ткани и постменопаузальный остеопороз

Поскольку средняя продолжительность жизни населения в мире увеличивается, остеопороз и переломы из-за понижения плотности костей становятся все более важными проблемами здравоохранения. Проксимальный перелом бедра является самым серьезным осложнением остеопороза. Смертность пациентов с переломом бедра на 12–20 % выше, чем у людей того же пола и возраста без перелома. Из тех, кто перенес операционное вмешательство по поводу перелома бедра из-за остеопороза, лишь 1/3 сохраняют свой прежний, то есть до перелома, функциональный статус. В настоящее время большинство стратегий по лечению постменопаузального остеопороза сосредоточено на противорезорбтивных лекарственных препаратах.

У пожилых людей вибрационный физический тренинг, по сравнению с традиционной нагрузкой (ежедневные прогулки, упражнения на растяжение, резистивный тренинг), имеет достоверно лучшие результаты в увеличении плотности костной ткани и снижении риска падений и переломов костей, значительно улучшает контроль позы тела и равновесие, что, в целом, положительно отражается на качестве жизни людей старшей возрастной группы. Так, при исследовании влияния вибрационного физического тренинга на плотность костной ткани у женщин в постменопаузе получен значительный положительный результат: после 6 мес воздействия плотность бедренной кости увеличилась на 0,93 %, в то время как в группах сравнения и контроля (резистивный тренинг и отсутствие тренировок) наблюдалась резорбция костной ткани (снижение плотности костной массы на 0,60 и 0,62 %, соответственно). На фоне повышения плотности костной ткани, у пациентов происходило увеличение статической и динамической силы мышц на 15 и 16 %, соответственно [26].

В исследовании С. Rubin (2004) 12-месячная вибрационная стимуляция способствовала увеличению плотности шейки бедренной кости на 0,04 %, в сравнении с потерей костной массы на 2,13 % в группе плацебо, что составило суммарную эффективность вибрационного воздействия 2,17 %. Одновременно была продемонстрирована суммар-

ная эффективность вибротренинга для поясничного отдела позвоночного столба, равная 1,5 % (снижение плотности костной ткани в поясничном отделе позвоночника на 0,1 и 1,5 % для группы вибрационной физической нагрузки и плацебо, соответственно). Отмечается зависимость эффективности вибрационной физической нагрузки для профилактики остеопороза от массы тела: женщины менее 65 кг имеют достоверно лучшие результаты, в сравнении с пациентками большей массы [21].

В исследованиях установлены две пороговые нагрузки ускорением, влияющие на контроль моделирования—ремоделирования костной ткани. Если средняя нагрузка, действующая на кость, не превышает первый порог — порог ремоделирования (800 микрогрейн), то происходит разрежение костной ткани, то есть снижение ее плотности. При нагрузке, колеблющейся в пределах около 800—1600 микрогрейн, процессы формирования и резорбции костной ткани сбалансированы, плотность костной массы поддерживается на одном уровне. Если нагрузка на кость регулярно превышает второй порог — порог моделирования (порядка 1600 микрогрейн), это способствует увеличению плотности и упругости кости, причем при частоте 1 Гц вибрационного воздействия на кости человека порог моделирования должен превышать 1500 микрогрейн. При нагрузке ускорением, вызванной вибрацией частотой 30 Гц, достаточной силы в 50 микрогрейн для достижения аналогичного результата. Наряду с этим, действие вибрационной физической нагрузки на костную ткань объясняется эффектами стохастического резонанса, усилением скорости жидкостного тока в микроканалах костей, синтезом биологически активных веществ — стимуляторов роста костной ткани и др. [10, 24, 25].

Гормональный фон

Эндокринная и иммунная системы, так же как и нервная, являются регуляторными системами организма и выполняют общую функцию поддержания гомеостаза. Регуляция функций организма обеспечивает физиологическую меру реакции на действие факторов внутренней и внешней среды. Однократная тренировочная сессия ускорением длительностью 10 мин повышает в плазме крови уровни анаболических гормонов (гормон роста, инсулиноподобный фактор роста-1, тестостерон), стимулирует секрецию адреналина, норадреналина и серотонина. Одновременно снижается либо ста-

билизируется в плазме крови концентрация кортизола, что указывает на отсутствие значительного стрессорного действия при тренировке ускорением. Длительная 12-недельная программа вибрационной физической нагрузки ускорением также вызывает достоверные изменения гормонального профиля у тренирующихся. Увеличиваются сыровоточные концентрации гормона роста, тестостерона и адреналина, при этом ответ гормона роста и серотонина наиболее выражен у лиц женского пола, а тестостерона — у мужского, с тенденцией снижения различий между полами к концу 12 нед тренинга. Несмотря на высокую интенсивность физической нагрузки, уровень кортизола достоверно не повышается. Данные изменения в гормональном фоне, как известно, сопровождаются улучшением мышечной деятельности, в основном в показателях взрывной силы [6, 11].

Кровообращение и сердечно-сосудистая система

В исследовании J. Rittweger (2000) частота сердечных сокращений у молодых испытуемых после истощающей вибрационной физической нагрузки не превышала 130 уд/мин, при этом поглощение кислорода возрастало на 48,8 %, а систолическое давление не поднималось выше нормальных значений. Неожиданным оказалось снижение у некоторых испытуемых диастолического давления до 50 мм рт. ст., вероятно в результате периферической вазодилатации. Уровень молочной кислоты в крови увеличивался незначительно — до 3,5 ммоль, что было в 2 раза ниже, чем в группе сравнения (велотренажер). По предположению авторов, риск сердечно-сосудистых осложнений у пожилых людей при данном виде тренировок незначительный [19].

Одним из важных эффектов вибрационной физической нагрузки является двукратное усиление кровотока в тканях. Так, 5—10-минутная тренировочная сессия ускорением вызывает увеличение скорости кровотока в подколенной артерии с 6,5 до 13 см/с. При длительности тренинга ускорением 5 мин достоверное увеличение скорости кожного кровотока наблюдается к 4-й минуте и достигает максимума на 5-й минуте воздействия, при этом существует прямая зависимость между частотой вибрационного стимула и увеличением скорости кожного кровотока, а также продолжительностью эффекта [15, 17]. Данные наблюдения явились

основой использования вибрационного тренинга у людей с нарушенной периферической микроциркуляцией, к примеру у больных диабетом.

Длительное нахождение в горизонтальном положении (постельный режим) приводит в условиях адинамии к значительному уменьшению диаметра сосудов артериального русла. В исследованиях влияния тренинга ускорением на периферическое кровообращение у пациентов, длительно пребывающих на постельном режиме, показана возможность эффективно предотвращать данную реакцию сосудов. Так, диаметр общей бедренной артерии после сессии тренинга ускорением снижается только на $5 \pm 2\%$ через 25 дней и на $6 \pm 2\%$ после 52 дней, по сравнению с контрольной группой (13 ± 3 и $17 \pm 1\%$, соответственно). Данные наблюдения важны для пациентов, по состоянию здоровья вынужденных длительно находиться в горизонтальном положении, а также для людей, страдающих атеросклерозом периферических сосудов [3].

Таким образом, интенсивная стимуляция проприоцепторов скелетных мышц, возникающая при гипергравитационной вибрационной физической нагрузке, обладает широким спектром положительных физиологических эффектов на организм старых и пожилых людей. Эти эффекты включают увеличение мышечной силы, улучшение координации движений и функции центральной нервной системы, приводят к восстановлению плотности костной ткани. Возникающая при этом стимуляция секреции анаболических гормонов обуславливает антивозрастной эффект. Активация локального кровотока способствует кислородному снабжению клеток организма, увеличению доставки к клеткам микро- и макронутриентов, что происходит на фоне повышения детоксикационной функции. Физиологические механизмы, опосредующие эффекты вибрационной физической нагрузки на организм старых и пожилых людей, до конца не ясны и требуют как фундаментальных, так и клинических исследований.

Литература

1. Назаров В. Т. Биомеханическая стимуляция: явь и надежды. Минск: Польша, 1986.
2. Bautmans I., van Hees E., Lemper J.-C., Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial // BMC Geriat. 2005. Vol. 5. № 17. P. 1–8.
3. Bleeker M., De Groot P., Rongen G. et al. Vascular adaptation to deconditioning and the effect of an exercise countermeasure: results of the Berlin Bed Rest study // J. appl. Physiol. 2005. Vol. 99. P. 1293–1300.
4. Boqaerts A., Delecluse C., Claessens A. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial // J. Geront. A Biol. Sci. Med. Sci. 2007. Vol. 62. № 6. P. 630–635.
5. Bosco C., Colli R., Introni E. et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure // Clin. Physiol. 1999. Vol. 19. P. 183–187.
6. Bosco C., Iacovelli M., Cardinale M. et al. Hormonal responses to whole body vibration in men // Europ. J. appl. Physiol. 2000. Vol. 81. P. 449–454.
7. Bruyere O., Wuidart M., Di Palma E. Whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2005. Vol. 86. № 2. P. 303–307.
8. Corrie H., Brooke-Wavell T., Mansfield T. A randomized controlled trial on the effects of whole body vibration on muscle power in older people at risk of falling // Osteoporos Int. 2007. Vol. 18 (Suppl 3). P. 285.
9. Falempin M., In-Albon S. Influence of brief daily tendon vibration on rat soleus muscle in non-weight-bearing situation // J. appl. Physiol. 1999. Vol. 87. P. 3–9.
10. Gosselink K., Roy R., Edgerton V. et al. Vibration-induced activation of muscle afferents modulates bioassayable growth hormone release // J. appl. Physiol. 2004. Vol. 96. P. 2097–2102.
11. Goto K., Takanatsu K. Hormone and lipolytic responses to whole body vibration in young men // Jap. J. Physiol. 2005. Vol. 55. P. 279–284.
12. Haas C. T., Turbanski S., Kessler K., Schmidtbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease // Neurorehabilitation. 2006. Vol. 21. № 1. P. 29–36.
13. Iwamoto J., Otaka Y., Kudo K. Efficacy of training program for ambulatory competence in elderly women // Keio J. Med. 2004. Vol. 53. № 2. P. 85–89.
14. Kawanabe K., Kawashima A., Sashimoto I. et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly // Keio J. Med. 2007. Vol. 56. № 1. P. 28–33.
15. Kerschman-Schindl K., Grampp S., Henk C. et al. Whole body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume // Clin. Physiol. 2001. Vol. 3. P. 377–382.
16. Kunemeyer J., Schmidtbleicher D. Die neuromuskuläre stimulation RNS // Leistungssport. 1997. Vol. 2. P. 39–42.
17. Maloney-Hinds C., Petrofsky J., Zimmerman G. The effect of 30 Hz vs. 50 Hz passive vibration and duration of vibration on skin blood flow in the arm // Med. Sci. Monit. 2008. Vol. 14. № 3. P. 112–116.
18. Rees S., Murphy A., Watsford M. Effects of whole body vibration on postural steadiness in an older population // J. Sci. Med. Sport. 2008. Vol. 327. P. 1–5.
19. Rittweger J., Beller G., Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in man // Clin. Physiol. 2000. Vol. 20. P. 134–142.
20. Roelants M., Delecluse C., Verschueren S. Whole body vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women // J. Amer. Geriat. Soc. 2004. Vol. 52. P. 901–908.
21. Rubin C., Recker R., Cullen D., Ryaby J. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety // J. Bone Miner Res. 2004. Vol. 19. P. 343–351.
22. Runge M., Rehfeld G., Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients // J. Musculoskel Neuron Interact. 2000. Vol. 1. P. 61–65.
23. Russo C., Lauretani F., Bandinelli S. et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal

women // Arch. Phys. Med. Rehabil. 2003. Vol. 84. P. 1854–1857.

24. Schibl H., Ferretti J., Willnecker J. Noninvasive bone strength index as analysed by peripheral quantitative computed tomography // *Pediat. Osteology*. 1996. P. 147–160.

25. Torvinen S., Kannus P., Sievanen H. et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle perform-

ance and body balance: a randomized controlled study // *JBMR*. 2003. Vol. 18. P. 876–884.

26. Verschueren S., Roelants M., Delecluse C. et al. Effect of 6-month of whole body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized control pilot study // *JBMR*. 2004. Vol. 19. P. 352–359.

Adv. gerontol. 2009. Vol. 22, № 2. P. 337–342

V. F. Pyatin¹, I. V. Shirolapov¹, O. L. Nikitin²

VIBRATION PHYSICAL EXERCISES AS THE REHABILITATION IN GERONTOLOGY

¹ Samara State Medical University, 18 ul. Gagarina, Samara 443079; ² Geriatric Centre, 165-B pr. K. Marksa, Samara 443079, Russia; e-mail: ishirolapov@mail.ru

Vibration biomechanical stimulation as the physiological basis of vibration physical exercises (whole body vibration) causes reflecting muscle contractions like tonic vibration reflex. This type of intervention leads to high intensive stimulation of proprioceptors as called muscle spindles which result in alteration in parameters of activity and developments of human physiological functions. This type of training has broad positive influence on organism. Acceleration physical exercises improve muscle performance, flexibility, nervous function, significantly increase bone mineral density, physiological secretion of anabolic hormones, growth and anti-aging factors; normalize/decrease cortisol as anti-stress effect and are beneficial for balance and mobility as well. It is showed acceleration training caused by vibration stimulus is beneficial for people suffering from osteoporosis and obesity, for rehabilitation of nervous and motor function in patients with Parkinson's disease, multiple sclerosis and stroke.

Key words: *whole body vibration, acceleration training, muscle spindles' stimulation*