

О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ, НОРМИРОВАНИЯ, ОЦЕНКИ И ПАСПОРТИЗАЦИИ РЕЛАКСИВНОСТИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОТДЫХА И СОВМЕСТНЫХ ТРУДА И ОТДЫХА

Оригинальная статья, д.м.н., доцент, e-mail: ustyantsev.c@gmail.com

Устьянцев С.Л. ORCID.org: 0000-0001-7278-1975; ID 458567

e-mail: ustyantsev.c@gmail.com

ФГБОУ ВО «Уральский Государственный медицинский университет Минздрава России», Екатеринбург, Российская Федерация

Введение. Известно, что отдых человека – это необходимое условие для обеспечения его жизнедеятельности незаменимыми элементами: безопасностью и производительностью труда, материальным достатком, социальным и духовным благополучием. Но отдых обеспечивающие устройства исследуются недостаточно, что не способствует совершенствованию и внедрению их новых конструкций и форм отдыха ими предоставляемых.

Цель исследования – разработать средства измерения, нормирования и оценки релаксивности устройств для отдыха и совместных труда и отдыха и обосновать необходимость изучения ею формируемого профессионального фактора релаксации внутрисменного отдыха.

Материалы и методы. Исследовались абсолютная и относительная релаксивность типовых стула ISO и кушетки медицинской, а также антигравитационного стула. В процессе применения указанных устройств добровольцами (34 студента 19-20 лет) у них определялись: удельная гравитационная нагрузка, лодыжечно-плечевой индекс, энтропия (α) в организме и скорость старения (V) органов в верхней и нижней половинах тела.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что вертикализация повышает V, но органов в нижней половине тела больше, чем в верхней, а по мере горизонтализации – V замедляется за счет преимущественного торможения её у органов нижней половины тела. Этот феномен можно объяснить формированием эволюцией прямохождения повышенного антигравитационного энергетического потенциала у органов уровней малого таза и ног, который (при горизонтализации тела) обеспечивает им в 3 раза более резкое торможение расхода энергии, чем у вышерасположенных органов.

Заключение. Обоснована необходимость измерения, нормирования, оценки и паспорттизации релаксивности устройств для отдыха и совместных труда и отдыха в целях расширенного применения лучших на рабочих и других местах, усиления профилактики нарушений здоровья.

Ключевые слова: антигравитационный энергетический потенциал кровеносных сосудов; вегетативный индекс релаксивности устройств для отдыха и совместных труда и отдыха; профессиональный фактор релаксации внутрисменного отдыха

Финансирование. Финансирование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ON THE NEED TO MEASUREMENT, STANDARDIZATION, EVALUATION, AND CERTIFICATION OF THE RELAXATION EFFICIENCY OF DEVICES FOR REST AND JOINT WORK AND REST

Original article, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, e-mail: ustyantsev.c@gmail.com

Ustyantsev S.L. ORCID.org: 0000-0001-7278-1975; ID 458567

e-mail: ustyantsev.c@gmail.com

Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russian Federation

Introduction. It is well known that human rest is a necessary condition for ensuring vital functions with essential elements: labor safety and productivity, material wealth, and social and spiritual well-being. However, rest-enhancing devices are under-researched, hindering the improvement and implementation of new designs and the forms of rest they provide.

The aim of this study was to develop tools for measuring, standardizing, and evaluating the relaxation of devices for rest and combined work and rest, and to substantiate the need to study the professional factor of relaxation during intra-shift rest that it creates.

Materials and Methods. The absolute and relative relaxation of a standard ISO chair, a medical couch, and an antigravity chair were studied. While volunteers (34 students aged 19-20) used these devices, their specific gravitational load, ankle-brachial index, entropy (α) in the body, and the rate of aging (V) of organs in the upper and lower halves of the body were determined.

Results and discussion. It was found that verticalization increases V, but there are more organs in the lower half of the body than in the upper half. As horizontalization increases, V slows due to a preferential deceleration of organs in the lower half of the body. This phenomenon can be explained by the development of an increased antigravity energy potential in the pelvic and leg organs during the evolution of upright posture. This potential (with the body horizontal) provides them with a three-fold greater reduction in energy expenditure than higher-lying organs.

Conclusion. The need for measuring, standardizing, evaluating, and certifying the relaxivity of rest and joint work-rest devices is substantiated. This is aimed at expanding the use of the best devices in the workplace and other settings and enhancing the prevention of health problems.

Keywords: antigravity energy potential of blood vessels; autonomic relaxivity index of rest and joint work-rest devices; professional relaxation factor of intrashift rest.

Funding. There was no sponsorship for funding.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Введение

Известно, что тяжёлый физический и напряжённый умственный труд продолжают лидировать среди причин мышечно-скелетных и сердечно-сосудистых нарушений, поэтому профилактика рабочего перенапряжения и переутомления по-прежнему актуальна [1-3]. Актуальность её нарастает с приближением к рабочему месту, поскольку именно здесь она более близка к вредному производственному агенту и в эффективном с ним взаимодействии способна своевременно тормозить, блокировать и обращать вспять им зарождаемые патологические процессы у работника. Благодаря своевременности такого взаимодействия с здоровьем угнетающими началами профилактика может не только закрыть им возможность самоорганизоваться и укрепиться в замкнутом круге разрушающих организм реакций, но и сформировать и следом развить другой самоорганизующийся, но полезный организму круг условно-безусловно-рефлекторных взаимозависимых процессов, работающих в составе поведенческой функциональной системы достижения здоровья для его развития.

Многолетними научными исследованиями обосновано и широкой гигиенической практикой подтверждено, что своевременное включение профилактики в реакцию со здоровьем угнетающими началами повышает её агрессивность к ним, и эффективность реализации ею своего назначения становится наибольшей с применением радикально улучшающих условия труда технических средств [4-6]. Поэтому усиление профилактики нарушений здоровья мы сочли необходимым и возможным достигать путём обогащения её инновационными вариантами популярных устройств для отдыха. К числу таких устройств относятся, прежде всего, различные виды стульев, широко применяемые для отдыха и совместных труда и отдыха в различных сферах жизнедеятельности. Известно, что основное их виды объединяющее, полезное и широко востребованное свойство заключается в способности стимулировать в организме процессы восстановления – релаксации (*relaxation* – англ) для профилактики переутомления. Эти процессы интенсивно исследуются и широко освещаются. Однако сама, исходящая от указанных устройств палитра благоприятных воздействий на организм не имеет сформулированного собственного понятия, обозначающего их релаксивность (*relaxivity* – лат; RE). В результате вызываемый отмеченными устройствами профессиональный фактор релаксации внутрисменного отдыха, характеризующий эффективность восстановления организма в единицу времени и предназначенный с пользой для здоровья своевременно противостоять рабочим нагрузкам, не измеряется, не нормируется,

не оценивается и не контролируется, а следовательно, он не учитывается и в оценке условий труда, что сокращает возможность управления ими. Отсутствие паспортизации релаксивности стульев и классификации ею формируемой релаксации внутрисменного отдыха как самостоятельного и вместе с тем уникального фактора трудового процесса, в отличие от прочих природой наделённого единственным свойством естественно активизировать работу нейрогуморального механизма восстановления организма, не способствует достижению цели медицины труда – каждого обеспечить здоровым трудом. Поэтому, видимо, инновационные средства-носители/источники-производители фактора релаксации не находят заслуженного к ним внимания и не имеют достаточного внедрения [7-9].

Несмотря на то, что стулья априори облегчают труд, ускоряют и углубляют отдых уменьшением удельной гравитационной нагрузки (УГН) на организм, серийно выпускаемые их конструкции, по существу, мало чем отличаются от своего древнего прототипа. Они не обеспечивают дальнейшее уменьшение УГН существенным перераспределением нагрузки с сиденья на спинку и подголовник; не предоставляют возможность активного отдыха и, как правило, не имеют подножия, а если имеют, то оно не способствует отдыху ног, поскольку допускает неблагоприятные для них углы сгибания (менее 95°) в коленном суставе [10,11]. Они не снабжены известными ускоряющими восстановление устройствами для качения стула вперед-назад, качания на нём вверх-вниз и близкого к горизонтальной оси фиксированного наклона назад всех его элементов [12]. Поэтому исследования, направленные на повышение релаксивности устройств для отдыха и разработку средств её измерения, нормирования, оценки и контроля в целях улучшения условий труда являются актуальными.

Цель исследования: разработать средства измерения, нормирования и оценки релаксивности устройств для отдыха и совместных труда и отдыха и обосновать необходимость изучения ею формируемого профессионального фактора релаксации внутрисменного отдыха.

Материалы и методы

Эргономическим материалом исследований были два мобильных (легко перемещаемых вручную) комфортных стула: традиционный ISO¹ (применялся вариант без подлокотников) и антигравитационный АГС без подлокотников [12]). Они, как и линейка их многочисленных аналогов в другие эпохи уходящая, предназначены для совместных труда и отдыха в позе сидя за столом и без него, а также только для отдыха, но отличались нижеследующим обеспечением.

¹ ГОСТ 19917-2014. Мебель для сидения и лежания. Общие технические условия.

Стул ISO обеспечивал выполнение двух исследованных нами форм пассивного отдыха: без опоры на спинку (1_{+0}) и с опорой на неё (1_{+1}). На нём дополнительно исследовалась и третья, не свойственная его конструкции, но взятая в эксперимент, форма отдыха (1_{+1+1}) с опорой на спинку в сочетании с искусственно организованной нами опорой стоп на изготовленную по ГОСТ² подставку для ног (подножие) высотой 150 мм от пола.

Стул АГС отличался наличием подголовника для выполнения опоры затылком, расположенных спереди двух подножий, и произвольно управляемого механизма для наклона назад на 65° жёсткой системы сиденье-спинка-подголовник по отношению к вертикали (без изменения углов их взаимного расположения) и возврата этой системы в исходное положение. Отличался он и возможностью произвольного выполнения возвратно-поступательных движений качения и, после фиксации наклона жесткой системы назад, способностью качания стула вверх-вниз на упругих элементах с амплитудой 15-20 см при помощи произвольного синхронного сгибания-разгибания безопорных ног в коленях.

На стуле АГС исследовались пять из шести обеспечиваемых им форм отдыха в позе сидя: без опоры на спинку (2_{+0}); с опорой на спинку и подголовник (2_{+1}); с опорой на спинку, подголовник и на подножия, расположенные на высоте 90 мм над полом (2_{+1+1}); с опорой на спинку, подголовник и на подножия, расположенные на высоте 390 мм над полом в положении наклона жёсткой системы сиденье-спинка-подголовник назад на 65° от вертикали (2_{+1+1+1}); с опорой на спинку и подголовник в положении указанного наклона стула назад в сочетании с выполнением легкой динамической мышечной работы ногами ($2_{+1+1+1+1}$). Работа эта состояла в совершении асинхронных циклических произвольной амплитуды и частоты сгибаний-разгибаний обеих голеней (по 20 раз), находящихся в свободном, без опоры стоп, состоянии. Шестая форма отдыха ($2_{+1+1+1+1+1}$), заключающаяся в выполнении отдыхающим вышеуказанных качательных движений была намечена к изучению в последующих исследованиях в целях поиска наилучшей формы активного отдыха в позе сидя.

Физиологические исследования релаксивности стульев по ими обеспечиваемым формам отдыха проводились в помещении с нормальным микроклиматом: температура воздуха $22-22,5^\circ\text{C}$, относительная влажность 46-47%, атмосферное давление 746-748 мм Hg, подвижность воздуха 0,1-0,15 м/с. В них участвовали практически здоровые добровольцы (студенты, имеющие сопоставимые антропометрические и оптимальные относительно параметров исследуемых стульев данные) – 15 мужчин и 19 женщин в возрасте 19-20 лет.

Формы отдыха выполнялись добровольцами по 5 минут сразу после той же длительности пребывания в вольной форме позы стоя, служащей антиподом прочих форм по величине

² ГОСТ 50923-96 «Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде».

воздействия УГН. Они выполнялись в течение дня дважды: сначала от формы 1_{+0} к 1_{+1+1} и от 2_{+0} к $2_{+1+1+1+1}$, затем в обратном направлении. По истечении указанного времени выполнения формы отдыха у исследуемого измерялись: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) и артериальное давление (АД) в мм Hg – систолическое (САД), диастолическое (ДАД) в области левых плеча и лодыжки тонометром B.Well, минутный объём дыхания (МОД, дм^3) спирометром универсальным СУ-1. Рассчитывались лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) по величине отношения САД на плече к САД на лодыжке, энтропия (α , %/мин), скорость старения организма (V , лет/календарный год) [13]; вегетативный индекс релаксивности i -формы отдыха (ВИР_i) от воздействия УГН. Данный разработанный нами индекс был равен алгебраической разности амплитуды напряжения отделов вегетативной нервной системы в морфофункциональных единицах органов и тканей, расположенных между плечевым (п) и лодыжечным (л) уровнями. Он рассчитывался по формуле:

$$\text{ВИР}_i = [(100 \cdot (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}))_п - [(100 \cdot (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}))_л]$$

На основе ВИР_i определялись абсолютная и относительная релаксивность (RE_a и RE_o) исследуемых устройств при ими обеспечиваемых формах отдыха:

$$\text{RE}_a = [\text{ВИР}_i]^{-1} \cdot 100\%;$$

$$\text{RE}_o = [((\text{RE}_a \text{ } i\text{-формы отдыха на исследуемом устройстве}) - (\text{RE}_a \text{ формы отдыха в вольной позе стоя})) / \text{RE}_a \text{ } i\text{-формы отдыха на исследуемом устройстве}] \cdot 100\%.$$

Формы отдыха на стульях сравнивались по RE_a между собой и с RE_a вольной формой позы стоя на полу (0), и с RE_a вольной формой позы лёжа на медицинской кушетке с изголовьем спиной вниз и расположенными вдоль туловища руками (3_{+0}). Нами предполагалось, что формы отдыха в позах стоя и лёжа диаметрально противоположны по релаксивности от утомляющего воздействия УГН, являющейся и неперенным спутником физических мышечных нагрузок. В них УГН выполняет роль универсального патогенного партнёра (кофактора), названного нами – «гравитационное жало». Но в гигиенической практике оно не учитывается ни в оценке, ни в управлении тяжестью труда и отдыхом, хотя известно: вес тела является значимым фактором риска дорсопатий [14], что указывает на необходимость применения УГН в управлении профессиональным риском здоровью.

В отличие от обусловленной весом тела неизменной гравитационной нагрузки, УГН на организм может изменяться в широком диапазоне, особенно при отдыхе, поскольку она является результатом отношения веса тела к его площади опоры. УГН рассчитывалась по формуле: $\text{УГН} = \sum(F/S)/1000$, кПа. Где F – величина нормальной реакции опоры (в Н) между звеном локомоторной системы (ЗЛС) и элементом конструкции, полом (определялась по показаниям механических напольных весов, располагаемых между опорными поверхностями ЗЛС и элементами конструкции устройства, полом); \sum – знак суммы реакций опоры ЗЛС; S –

площадь контакта между ЗЛС и опорой (м^2); 1000 – коэффициент для перевода давления, выражаемого в Н/м^2 (Па), в кПа. У добровольцев измерялись вес, рост и рассчитывались: S поверхности тела (в м^2) по формуле Мостеллера; S контакта ЗЛС с опорными элементами конструкции устройства и полом по их отпечатку на палетке.

В преддверии исследований нами была выдвинута для доказательства гипотеза о том, что ВИРi может служить универсальным показателем состояния организма по величине итогового результата динамики взаимодействия множества разновекторных напряжений отделов ВНС в обширной области морфо-функциональных единиц органов и тканей между плечевым и лодыжечным уровнями при различных позах тела. Предполагаем, что своим одно числовым выражением показатель ВИРi, может характеризовать способность организма к безусловно-рефлекторному формированию и условно-рефлекторному развитию неспецифического адаптационного потенциала, к сопротивлению избыточному его расходу.

Применение показателей УГН и ВИРi было вызвано необходимостью поиска средств измерения, нормирования, оценки и контроля релаксивности устройств для отдыха и совместных труда и отдыха, а также формируемого ею фактора релаксации внутрисменного отдыха для расширения возможности управления, посредством них, условиями труда.

Статистическая обработка полученного материала проводилась с применением t -критерия Стьюдента и коэффициента корреляции (r) Пирсона.

Результаты

Из данных в табл. 1 видно, что, в сравнении с положением в вольной форме позы стоя (0), опора на сиденье стульев ISO и АГС снижает $N_{\text{уд}}$ в 16 раз ($P < 0,001$) и этот результат совпадает с таковым у женщин. Дальнейшее снижение $N_{\text{уд}}$ обогащает релаксивность стульев ISO и АГС, но в разной мере.

Таблица 1

Физиолог-эргономическая характеристика основных средств, поз и форм отдыха (мужчины)

Позы отды ха	Средств а обеспеч ения форм отдыха	Формы пассивн ого и активно го отдыха	Удельная гравитацион ная нагрузка, кПа (% изм.)	Звено измере ния показа телей	Физиологические показатели релаксивности пассивных и активной форм отдыха и средств их обеспечения		
					ЛПИ (% изм.)	Энтропия (α), %/мин (% изм.)	Скорость старения организма (V), лет/календарный год (% изм.)
					((сопоставляемые формы отдыха))		
стоя	0 (нет)	вольная (0)	56,7±4,1	плечо	1,76	0,1929±0,017	1,01±0,05
				лодыжка	±0,04	0,3892±0,040	1,32±0,05
сидя	1 (стул универс альный, ISO)	1 ₊₀	3,56±0,19 (-94)*** ((1 ₊₀ /0))	плечо	1,43±0,03 (-19)*** ((1 ₊₀ /0))	0,1738±0,016 (-10) ((1 ₊₀ /0))	0,96±0,05 (-5) ((1 ₊₀ /0))
				лодыжка	((1 ₊₀ /0))	0,275±0,030 (-29)* ((1 ₊₀ /0))	1,17±0,05 (-11) ((1 ₊₀ /0))
		1 ₊₁	2,18±0,11 (-96)*** ((1 ₊₁ /0))	плечо	1,42±0,02 (-19)*** ((1 ₊₁ /0))	0,1786±0,022 (-7) ((1 ₊₁ /0))	0,96±0,06 (-5) ((1 ₊₁ /0))
				лодыжка	((1 ₊₁ /0))	0,278±0,030 (-28)* ((1 ₊₁ /0))	1,18±0,05 (-11) ((1 ₊₁ /0))

		1 ₊₁₊₁	1,83±0,09 (-97)*** ((1 ₊₁₊₁ /0))	плечо	1,33±0,02 (-24)*** ((1 ₊₁₊₁ /0))	0,1764±0,020 (-8) ((1 ₊₁₊₁ /0))	0,96±0,06 (-5) ((1 ₊₁₊₁ /0))
				лодыжка		0,239±0,025 (-38)** ((1 ₊₁₊₁ /0))	1,11±0,05 (-16)** ((1 ₊₁₊₁ /0))
	2 (стул антигравитационный, АГС)	2 ₊₀	3,56±0,18 (-94)*** 2 ₊₀ /0	плечо	1,46±0,06 (-17)*** 2 ₊₀ /0	0,1726±0,017 (-10) 2 ₊₀ /0	0,95±0,06 (-6) 2 ₊₀ /0
				лодыжка		0,2711±0,027 (-30)* 2 ₊₀ /0	1,16±0,05 (-12)* 2 ₊₀ /0
		2 ₊₁	1,70±0,09 (-97)*** ((2 ₊₁ /0))	плечо	1,46±0,04 (-17)*** ((2 ₊₁ /0))	0,1756±0,017 (-9) ((2 ₊₁ /0))	0,96±0,05 (-5) ((2 ₊₁ /0))
				лодыжка		0,2587±0,027 (-33)* ((2 ₊₁ /0))	1,14±0,05 (-14)* ((2 ₊₁ /0))
		2 ₊₁₊₁	1,62±0,09 (-97)*** ((2 ₊₁₊₁ /0))	плечо	1,34±0,04 (-24)*** ((2 ₊₁₊₁ /0))	0,1620±0,014 (-16) ((2 ₊₁₊₁ /0))	0,93±0,05 (-8) ((0/2 ₊₁₊₁))
				лодыжка		0,2253±0,011 (-42)** ((2 ₊₁₊₁ /0))	1,08±0,05 (-18)** ((2 ₊₁₊₁ /0))
		2 ₊₁₊₁₊₁	0,95±0,05 (-98)*** ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))	плечо	1,19±0,01 (-32)*** ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))	0,1504±0,017 (-22) ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))	0,89±0,06 (-12) ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))
				лодыжка		0,1943±0,029 (-50)** ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))	0,99±0,07 (-25)** ((2 ₊₁₊₁₊₁ /0))
		2 ₊₁₊₁₊₁₊₁	0,97±0,05 (-98)*** ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))	плечо	1,19±0,01 (-32)*** ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))	0,1709±0,016 (-11) ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))	0,95±0,05 (-6) ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))
				лодыжка		0,1974±0,021 (-49)*** ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))	1,02±0,06 (-23)** ((2 ₊₁₊₁₊₁₊₁ /0))
	лёжа (кушетка)	3 ₊₀	0,52±0,02 (-99)*** ((3/0))	плечо	1,17±0,01 (-33)*** ((3/0))	0,1404±0,011 (-27)* ((3/0))	0,86±0,05 (-15) ((3/0))
				лодыжка		0,1576±0,016 (-59)*** ((3/0))	0,91±0,06 (-31)*** ((3/0))

Примечание: ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс, V – скорость старения организма. *, **, *** - достоверность различий P<0,05, P<0,01, P<0,001. Остальные пояснения в тексте.
Таблица составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Величина УГН у мужчин и женщин в рабочей позе сидя с опорой на спинку уменьшается стулом ISO в 26 раз (P<0,001), а стулом АГС – в 34 раза (P<0,001), благодаря применению опоры на подголовник. На этом этапе исследований возможности стула ISO к снижению УГН прекращаются, но у стула АГС они имеются ещё в трёх формах отдыха. Например, при опоре на подножие стула АГС в сочетании наклоном его назад УГН снижается в 60 раз P<0,001. Из табл. 1 также видно, что снижение ЛПИ, энтропии (α) и V наблюдается с уменьшением УГН, причем наибольшее при форме отдыха 3₊₀ с применением кушетки и при формах отдыха 2₊₁₊₁₊₁ и 2₊₁₊₁₊₁₊₁ с применением стульев.

Из табл. 1, рис. 1 и 2 видно, что ЛПИ при активной форме отдыха 2₊₁₊₁₊₁₊₁ (в сравнении с пассивной 2₊₁₊₁₊₁), несмотря на имеющуюся при первой дополнительной динамической мышечной нагрузки, у мужчин не увеличивается, а у женщин на 3% снижается. Форма отдыха 2₊₁₊₁₊₁₊₁, несмотря на имеющиеся при ней несколько повышенные УГН (чем УГН при 2₊₁₊₁₊₁), энтропию (α) и V, вызывает у мужчин и женщин большее уменьшение ВПРi, конвергенцией напряжения отделов ВНС в органах верхней и нижней частей тела к нулю. Поза лёжа на

кушетке в форме отдыха 3_{+0} снижает УГН в 109-110 раз у мужчин и женщин ($P<0,001$) и вызывает наибольшее уменьшение ВИРi. Видно также, что с уменьшением УГН показатели V и α , измеренные на уровне плеча и лодыжки, не только неуклонно приближаются ($P<0,05$ - $P<0,001$) к своему нижнему пределу, но и «лодыжечные» стремятся к нему с большей скоростью, приближая ЛПИ к единице, а ВИРi – к нулю.



По данным табл. 2 наибольшее достоверное различие между мужчинами и женщинами по величине RE_0 наблюдается при отдыхе в исходной форме позы сидя (2_{+0}): при ней RE_0 у

женщин значительно ниже (на 44%), чем у мужчин. Однако в направлении к отдыху в позе лёжа (3_{+0}) у женщин наблюдается более крутая линия подъёма RE_o , чем у мужчин. И при отдыхе в самой позе лёжа гендерное различие по величине Re_o практически исчезает.

Таблица 2

Относительная релаксивность (RE_o) форм отдыха

REo, %										
М / Ж	Тип стула	Устройства и предоставляемые ими формы отдыха								
		1+0	1+1	1+1+1	2+0	2+1	2+1+1	2+1+1+1	2+1+1+1+1	3+0
		стулья								кушетка
М	ISO	35,9 ±0,9	41,3** ±1,1 (15)	61,0*** ±1,6 (70)	-	-	-	-	-	-
	АГС		-	-	34,8 ±0,9	38,0* ±1,0 (9)	56,5*** ±1,5 (62)	64,1*** ±1,7 (84)	76,1*** ±2,0 (118)	94,6*** ±2,5 (172)
Ж	ISO	28,1 ±1,1	31,7* ±1,3 (13)	58,5*** ±2,3(107)	-	-	-	-	-	-
	АГС		-	-	19,6 ±0,8	35,4*** ±1,4 (80)	51,2*** ±2,0 (161)	73,7*** ±2,9 (276)	86,2*** ±3,4 (340)	95,7*** ±3,8 (388)
Примечание: 0 – поза стоя вольно; 3 – поза лёжа на спине. *, **, *** - достоверность различий средних величин на уровне соответственно P<0,05, P<0,01 и P<0,001; (% изменения). Остальные пояснения в тексте. Таблица составлена автором на основе полученных данных в ходе исследования.										

Коэффициенты корреляции (r) и детерминации (R^2) между различными показателями и зависимостями между ними были равны:

$r_{ВИРi/ЛПИ} = 0,96$ ($P < 0,001$); $r_{ВИРi/V} = 0,96$ ($P < 0,001$); $r_{ВИРi/N_{уд}} = 0,71$ ($P < 0,05$).

$RE_o = -1,1147 \cdot ВИРi + 101,39$ ($R^2 = 0,9993$);

$RE_a = 99,866 \cdot ВИРi^{-0,995}$ ($R^2 = 0,9999$);

$RE_a = 13,453 \cdot (ЛПИ)^{-5,183}$ ($R^2 = 0,64$);

$RE_o = 62,434 \cdot (ЛПИ)^2 - 322,18 \cdot (ЛПИ) + 373,41$ ($R^2 = 0,93$);

$RE_o = -93,687 \cdot (V_{\text{лод}})^2 - 12 \cdot (V_{\text{лод}}) + 179,64$ ($R^2 = 0,94$); где $V_{\text{лод}}$ – скорость старения, измеренная в области лодыжки.

Обсуждение

Полученные результаты указывают на меньшие показатели RE_a и RE_o у стула ISO в сравнении со стулом АГС. С применением подножия к стулу ISO достигнуто снижение ЛПИ (на 6%) и V (на 5%) органов преимущественно в нижней части тела, по-видимому, вследствие сближения (на 15 см) уровней лодыжек и сердца. В этой связи уместно подчеркнуть то нуждающееся в исправлении обстоятельство, что даже современная детская дошкольная, школьная и домашняя мебель для настольной работы нередко выпускается без подставки для ног. Но полученные нами данные демонстрируют, что исключением элементарной возможности опереться на такую подставку на 6% повышает риск перегрузки кровообращения органов наиболее уязвимой к УГН нижней половины тела.

Конструкция стула АГС релаксивней конструкции ISO и близка к таковой у кушетки. С повышенной релаксивностью оказались обеспечиваемые им формы отдыха: 2_{+1+1+1} и $2_{+1+1+1+1}$. Но активная форма $2_{+1+1+1+1}$ оказалась достоверно (на 17%) релаксивней пассивной 2_{+1+1+1} , несмотря на то, что УГН, энтропия (α) и V были при активной несколько выше, чем при пассивной. Объяснением данного, казалось бы, парадоксального результата, могут быть, по-видимому, два главных обстоятельства. Первое состоит в том, что показатель ВИРi при форме $2_{+1+1+1+1}$ был достоверно меньше, чем при 2_{+1+1+1} . Это указывает на производство формой отдыха $2_{+1+1+1+1}$ более благоприятных, условий для ослабления напряжения (конвергенции к нулю) обеих ветвей ВНС в наибольшем числе морфофункциональных структур организма. Процессы, уменьшающие показатель ВИРi, следует рассматривать ресурс организма восстанавливающими, а в случае повышения, наоборот, – расходующими. Второе обстоятельство основывается на известном в физиологии высшей нервной деятельности феномене большей эффективности отдыха активного над отдыхом пассивным посредством стимуляции работающими мышцами торможения напряжения нервных центров, не вовлеченной в работу скелетной мускулатуры [15]. При форме отдыха $2_{+1+1+1+1}$ центры работающих сгибателей-разгибателей голеней могли стимулировать торможение центров находящейся в покое остальной скелетной мускулатуры, составляющей за счет только постуральной её массы не менее 60%, что дополнительно могло содействовать процессам её релаксации, чем напряжения, но выявить преобладание первых над вторыми при активном отдыхе показатель V , в отличие от ВИРi, оказался не способным.

Выполненные исследования в условиях изменяющейся УГН впервые позволили дифференцировать V органов в верхней и нижней частях тела и найти, что вторые стареют с большей скоростью, особенно в позе стоя. Наиболее вероятной причиной этому может быть вертикализацией обусловленный и в направлении к низу тела растущий гидростатический компонент АД, в результате чего УГН и ВИРi могут служить эргономическим и физиологическим показателями и критериями для оценки влияния «гравитационного жала» на здоровье кровеносных сосудов и органов преимущественно нижней половины тела. В позах сидя и стоя САД в области лодыжек повышалось соответственно до $176 \pm 3,1$ и $217 \pm 1,2$ мм Hg ($\Delta=23\%$; $P<0,001$), а ДАД до $115 \pm 1,7$ и $151 \pm 2,7$ мм Hg ($\Delta=31\%$; $P<0,001$).

Меньшую RE_o отдыха в исходной форме позы сидя (2_{+0}) у женщин, чем у мужчин, можно объяснить известным более низко расположенным у них общим центром тяжести тела (ОЦТТ) [16]. Вероятно, пониженный ОЦТТ придает женщинам большую устойчивость в позе стоя, что способствует безусловно-рефлекторному сглаживанию энергозатрат на выполнение ими поз стоя и сидя. На предполагаемую физиолого-анатомическую обусловленность различной RE_o отдыха у мужчин и женщин в позе сидя проливает свет и RE_o отдыха у них в

позе лёжа. При ней, указанное гендерное свойство ОЦТТ в условиях сопоставимой УГН у мужчин и женщин становится функционально пассивным и, видимо, поэтому RE_o отдыха у них в позе лежа становится практически одинаковой и RE_a её обеспечивающего устройства (кушетки) для них тоже приближается к сопоставимым малым величинам.

Опираясь на результаты проведённых исследований, можно предложить следующие формулы для измерения релаксации внутрисменного отдыха (RER) и единый норматив для оценки RE_o и RER.

$RER = [(RE_1 \cdot t_1 + RE_2 \cdot t_2 + RE_3 \cdot t_3) / (t_1 + t_2 + t_3)]$, %; где t_1, t_2, t_3 – время стихийных и регламентированных (п-выполняемых) перерывов на отдых в течение трудовой смены, сек; RE_1, RE_2, RE_3 – релаксивность форм отдыха, обеспечиваемых применяемыми устройствами для отдыха на рабочем и других местах предприятия в течение смены. При RE_o и $RER < 20$, ≥ 20 – < 40 , ≥ 40 – < 60 , ≥ 60 – < 80 и $\geq 80\%$ релаксивность устройств и обеспечиваемых ими форм отдыха, а также фактор релаксации внутрисменного отдыха характеризуют соответственно как очень низкие, низкие, умеренные, высокие, очень высокие и оценивают следующими категориями полезности/вреда здоровью: 3 класс 3 степени вредности здоровью, 3 класс 2 степени вредности здоровью, 3 класс 1 степени вредности здоровью, 2 класс (допустимые условия для сохранения здоровья), 1 класс (оптимальные условия для сохранения и развития здоровья).

В итоге, проведенные исследования дают основание предполагать, что рациональное размещение устройств для отдыха и совместных труда и отдыха повышенной релаксивности на рабочих местах предприятий будет способствовать профилактике переутомления, а доступная своевременность их применения – увеличивать гарантию ее эффективности формированием и развитием благоприятных условий для обширного охвата структур организма процессами восстановления и дальнейшего накопления энергии.

Заключение

1. Удельная гравитационная нагрузка (УГН) в условиях производства всегда сочетается с факторами трудового процесса и по влиянию на здоровье непроизвольно-произвольного генератора её величины может повышать индивидуальный профессиональный риск непосредственным утяжелением труда и затруднением, нарушением внутрисменного отдыха, в результате чего она является им не только родственным, но и самостоятельным, многофункциональным вредным профессиональным фактором, а потому как и они УГН должна измеряться, нормироваться, оцениваться, контролироваться и своевременно профилактироваться при труде и отдыхе.

2. Серийно изготавливаемые стулья недостаточно релаксивны и нуждаются в усовершенствовании внедрением в их конструкцию обязательной подставки для ног,

подголовника и произвольно легко управляемого возвратно-поступательного механизма для своевременного выполнения наклонов жёсткой системы сиденье-спинка-подголовник назад (не менее чем на 65° от вертикали) с произвольным возвратом в исходные положения, позволяющего своевременно (на самих рабочих местах) редуцировать вредное воздействие УГН при труде и отдыхе, а не только в комнатах психо-физиологической разгрузки.

3. Измерение энтропии (α), V и ВІРі на верхних и нижних конечностях позволили впервые определить различие в скорости старения морфофункциональных структур верхней и нижней половин тела и найти, что вторые стареют с большей скоростью, чем первые, вероятно, в связи с воздействием на ниже расположенные тканевые структуры и ниже лежащие органы большей УГН и гидростатического давления крови в позах сидя и стоя, при которых в области лодыжек наблюдается наиболее высокое АД, закономерно вызывающее и повышенный ЛПИ, служащий общепризнанным предиктором избыточной, но эволюционным развитием прямохождения компенсированной физической нагрузки на кровеносное русло и органы уровней малого таза и ног. Однако с возрастом следует ожидать снижения компенсаторных возможностей указанных органов к сопротивлению повышенным АД и УГН-нагрузкам, что может способствовать возникновению у органов малого таза и ног известных и с годами широко распространенных нарушений, затруднения оттока крови и лимфы, являющихся по существу отсроченным угасанием у них сначала эволюцией к гравитации сформированных дополнительных, а затем и оставшихся без их поддержки «базовых» функциональных возможностей, проявляющемся в пропорциональной ему повышенной скорости старения органа, достигающей максимума с тяжестью нагрузками вызываемой патологии.

4. Разработанный и впервые апробированный нами показатель ВІРі характеризует напряжение вегетативной нервной системы по итоговой амплитуде напряжения её отделов в морфо-функциональных структурах органов и тканей, расположенных между плечевым и лодыжечным уровнями, и может служить современным инструментом для изучения условий труда и отдыха, адаптации человека к окружающей среде.

5. Релаксивность устройств для отдыха и совместных труда и отдыха на рабочих местах и в комнатах отдыха должна паспорттизироваться для формирования лучших условий труда, достигаемых возможностью подавления вредного влияния УГН-фактора развитием профессионального фактора релаксации внутрисменного отдыха при предупредительном и текущем санитарном надзоре.

6. При прочих равных условиях отдыха в позе сидя релаксивность его активной формы, выполняемой сгибанием-разгибанием в коленях безопорных голеней между передними ножками стула, выше релаксивности пассивной формы за счёт реципрокного

торможения в первой напряжения нервных центров постуральной мускулатуры работой нервно-мышечного аппарата ног.

7. Меньшую относительную релаксивность позы сидя у женщин, вероятно, можно объяснить ниже расположенным у них общим центром тяжести тела, придающем ему в позе стоя повышенную устойчивость, ведущую к более заметному, чем у мужчин, стиранию различий между позами стоя и сидя в расходе энергии нервно-мышечным аппаратом их обеспечивающем.

Литература

1. Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Головкова Н.П., Чеботарёв А.Г., Лескина Л.М., Хелковский-Сергеев Н.А. и др. Обоснование платформы стандартов на основе оценки риска нарушения здоровья работников предприятий ведущих отраслей экономики // *Мед. труда и пром. экол.* 2021. Т. 61(3). С. 155–60.
2. Праскурничий Е.А., Морозкина Е.В. Маскированная артериальная гипертензия у представителей профессиональных групп, характеризующихся высокой напряжённостью труда // *Кремлёвская медицина. Клинический вестник.* 2020. (1). С. 72-79.
3. Сериков В.В., Юшкова О.И., Капустина А.В., Ониани Х.Т. Коррекционно-восстановительные средства повышения профессиональной надёжности и профилактики перенапряжения работников // *Мед. труда и пром. экол.* 2019. Т. 59(4). С. 252-256.
4. Жмуров В.А., Яркова В.Г., Осколков С.А., Решетникова Т.В., Жмуров Д.В., Авдеева В.А. и др. Роль профессиональных вредных факторов работников локомотивных бригад в развитии заболеваний внутренних органов // *Проблемы транспортной и промышленной медицины.* 2023. (1). С. 39-47.
5. Вишнев А.А. Предотвращение формирования расстройств опорно-двигательного аппарата // *Студенческий.* 2022. (34-1). С. 51-54.
6. Степанов Е.Г. Психосоциальные факторы и здоровье работников производственной и непроизводственной сферы // *Мед. труда и пром. экол.* // 2008. (5). С. 7-10.
7. Натарева А.А. Роль тяжести и напряжённости трудового процесса среднего медицинского персонала в формировании профессиональной патологии // *Санитарный врач.* 2016. (10). С. 13-16.
8. Пименов К. Расчёт профессионального риска у работников строительной отрасли // *Символ науки: Международный научный журнал.* 2024. Т. 1(6-1). С. 44-50.
9. Вишневская Н.Л., Долинов А.Л., Шевченко А.Е. Современные проблемы эргономического обеспечения рабочих мест // *Безопасность и охрана труда.* 2024. Т. 2(99). С. 33-36.
10. Солонин Ю.Г. Физиология – человеку труда (история вопроса) // *Вестник Тверского государственного университета.* 2024. Т. 73(1). С. 36–43.

11. Устьянцев С.Л., Протасова О.С., Кишка О.В., Данилова М. А., Липанова Л.Л., Насыбуллина Г.М., и др. Пангониометрия – современный метод физиолого-гигиенической оценки тяжести труда по фактору «Рабочая поза» // *Мед. труда и пром. экол.* 2024. Т. 64(8). С. 542-551.
12. Патент № 2773597 Российская федерация, МПК А47С 3/029. Стул-качалка для совместных труда и отдыха в позе сидя: № 2021120139 : заявл. 08.07.2021 : опубл. 06.06.2022 / Устьянцев С.Л. // Бюл. № 16.
13. Патент № 2622184 Российская федерация, МПК А61В 5/00; А61В 5/02. Способ определения биологического возраста у человека или животного: № 2015152123: заявл. 04.12.2015 : опубл. 13.06.2017 / Устьянцев С.Л. // Бюл. № 17.
14. Варлачева Т.А., Непершина О.П., Дунаева С.А. Стратегия профилактики профессиональных дорсопатий // *Мед. труда и пром. экол.* 2019. (9). С. 580-581.
15. Артеменков А.А. Новый взгляд на опыты И.М. Сеченова об активном отдыхе // Современные подходы к совершенствованию физического воспитания и спортивной деятельности учащейся молодёжи: материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Владимир, 04.12.2020 г.). Владимир: Издательство: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2020. С. 12-18.
16. Шарма Б., Мукхопадхьяй К. Анализ отдельных физических параметров толкателей ядра олимпийских золотых медалистов // *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта.* 2022. Т. 17(4). С. 18-26.

Информация об авторах

Устьянцев Сергей Леонидович: д.м.н, доцент кафедры гигиены и медицины труда, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» МЗ РФ, 620028, Екатеринбург, РФ, <https://orcid.org/0000-0001-7278-1975>, E-mail: ustyantsev.c@gmail.com

Ustyantsev Sergey Leonidovich: Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Occupational Hygiene and Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ural State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 620028, Yekaterinburg, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-7278-1975>, E-mail: ustyantsev.c@gmail.com