

Научен доклад .:

18 май 2021 г

**ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ОСТРОТО ИЗЛАГАНЕ НА MLX IZDOME  
ВЪРХУ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО СЛЕД ИНТЕНЗИВНО  
УПРАЖНЕНИЕ:**

**Ефекти върху параметрите на кръвта и  
мускулите, спортно представяне и  
благополучие.**

**Pr. Hauswirth C.<sup>1,2,3</sup>, Dr. Nesi X.<sup>1</sup>,  
Dr. Gueneron J. MD<sup>1</sup> - cardiologist<sup>1</sup>, Dr. Duforez F. MD<sup>4</sup>**

1. beScored Institute, Sophia-Antipolis (France) ; 2. Université de Côte d'Azur, Nice (France) ;  
3. University of Technology, Sydney (Australia) ; 4. European Sleep Center, ESC, Paris (France)

**beScored**  
Institute

UNIVERSITÉ  
CÔTE D'AZUR

UTS

European  
sleep  
center  
PARIS



# Резюме

<b>Контекст</b> .....	<b>3</b>
<b>Въведение</b> .....	<b>3</b>
<b>Материали и методи</b> .....	<b>4</b>
Предмети .....	4
Експериментален дизайн .....	4
Записване на данни.....	5
<i>Променливост на сърдечната честота(HRV)</i> .....	5
<i>Обиколка на бедрата</i> .....	5
<i>Оценка Възприемано усилие (RPE)</i> .....	5
<i>Експлозивно изпълнение (скок от клек)</i> .....	5
<i>Мускулна болезненост със забавено начало (DOMS)</i> .....	5
<i>Мускулна ефективност (доброволна изометрична контракция)</i> .....	6
<i>Спортни постижения (тест на Уингейт)</i> .....	6
<i>Анализ на кръвта</i> .....	6
<i>Ниво Благосъстояние</i> .....	7
<b>Резултати</b> .....	<b>7</b>
Мускулна треска .....	7
Обиколка на бедрото .....	7
Спортно представяне .....	8
Експлозивно изпълнение .....	8
Анализ на кръвта .....	9
Възприемано усилие .....	9
Благосъстояние .....	10
Променливост на сърдечната честота.....	10
<b>Съобщения за вкъщи</b> .....	<b>10</b>
<b>Препратки</b> .....	<b>11</b>
<b>Анекс</b> .....	<b>13</b>
Промени в телесната температура .....	13
Промени в сърдечната честота .....	13
Промени в кръвното налягане .....	13

## Контекст

Светът на SPA постепенно се отдалечава от простото използване на сауни и парни бани, както и от обичайното прилагане на традиционните масажи. След този дълъг период на здравна криза и липсата на достъп до терапии, генериращи благосъстояние, дойде времето да използваме науката, за да докажем ползите, свързани с различните налични пътища за грижа. Устройства със свободни ръце, които вече не зависят от оператор, пристигат на пазара на уелнес, за да увеличат ефикасно здравния си капитал – физически и психологически. В този контекст ние проведохме настоящото проучване върху атлетични хора и проучихме тяхното възстановяване. Извършените работи и техните резултати могат да окажат голямо влияние върху света на благосъстоянието, СПА и спорта

## Въведение

По отношение на спортния контекст, събития за издръжливост като бягане, колоездене или каране на ски изискват обширно физическо и психологическо участие на спортиста както в обучението, така и в състезанието, за да успеят (Hauswirth и Mujika 2013). Добре тренираните бегачи завършват тренировъчни сесии практически всеки ден или през ден и така бързото възстановяване се превръща в жизненоважен фактор в подкрепа на допълнителни тренировъчни натоварвания или състезания (Halson и Jeukendrup 2004; Barnett 2006). Особено когато се извършва ексцентрична работа, мускулното възстановяване тогава става уместно. Добре документирано е, че ексцентричните контракции, които включват генериране на сила в удължаващ се мускул, причиняват сериозно структурно увреждане на мускулите, засягайки техните контрактилни свойства (Nicol et al. 2006). В рамките на дни след тренировка, тези структурни промени са класически придружени от физиологични и субективни възприятия за мускулни увреждания, които забавят възстановяването. Увеличаването на кръвната ацидоза и усещането за болка или дискомфорт (т.е. мускулна болка със забавено начало, DOMS) обикновено се появяват след ексцентрично натоварване на скелетния мускул и класически се използват за изследване на степента на мускулно увреждане (Cheung et al. 2003; Jakeman и др. 2010; Sellwood и др. 2007). В допълнение, последващият спад в капацитета за генериране на максимална сила представлява релевантен индикатор за мускулно увреждане, предизвикано от упражнения (EIMD) (Gauché et al. 2007).

Предлагат се различни одобрени стратегии за облекчаване на вредните ефекти от EIMD и за подобряване на възстановяването, като например хранителни добавки (Gauché et al. 2007), масажи след тренировка (Weerapong et al. 2005), компресионни облекла (Jakeman et al. др. 2010), потапяне във вода (Pfeiffer et al. 2009), криотерапия на цялото тяло (Pournot и Hauswirth 2011) или излагане на тялото на топлина (Hauswirth et al. 2011). Използват се и други начини за възстановяване, като терапия с далечни инфрачервени лъчи (FIR).

Облекчават болката при пациенти с мускулни заболявания и напоследък се считат за ефикасна стратегия за възстановяване в спорта (Hauswirth et al. 2011; Masuda et al. 2005a; Masuda et al. 2005b). FIR терапията обикновено се състои в 30 минути излагане на тялото на FIR в специално изграден апарат. FIR са невидими за човешкото око, но се усещат в топлината, която произвеждат, от порядъка на 45°C. Потенциалните положителни ефекти от FIR терапията по време на възстановяването на пръстена се основават главно на увеличаването на периферния поток поради вазодилатация под въздействието на топлина, което може да подобри дренажа на отока, да ограничи възпалението и възприеманата болка и по този начин да подобри възстановяването на мускулите (Lin и др. 2007). Освен това, чрез проникване в кожата, FIR енергията може да разруши кълстерите от водни молекули, което може да намали отока и да улесни освобождаването на метаболитни отпадъци (Lin et al. 2007), като същевременно осигурява усещане за вече доказано благополучие (Hauswirth et al. 2011). Ефектът от FIR терапията върху възстановяването се основава главно на наблюденията и обичайното лечение. Към днешна дата единственият потвърден ефект от FIR е намаляването на възприеманата болка и мускулна умора, предизвикани от повишаване на производството на ендорфин (Melzack and Wall, 2015). Ползите за възстановяването на спортистите след ексцентрично ограничаващо упражнение и за благосъстоянието не са проучени до ден днешен. В допълнение, отрицателната йонизация на въздуха за спортисти може да има допълнителни ефекти с дълговълновата инфрачервена енергия.

Голям интерес беше даден на потенциалните ефекти от отрицателната йонизация на въздуха (NAI) върху човешкото здраве и благосъстояние. Според Krueger и Reed (1976), въпреки че въздушните йони вече са били известни в края на 19-ти век, множеството физиологични реакции водят до липса на точно разбиране на всички възможни ефекти, включително ясна представа за действителните регистрирани ползи. Системно, NAI могат да повлияят на психологическото и физиологичното здраве на хората и животните (Iwama, 2004). Сред тези често доказани ползи са широко демонстрирани релаксиращ ефект, намаляване на тревожността и депресивните симптоми, свързани с намаляване на раздразнителността и кръвното налягане (Livanova et al., 1999). Използвано в контекст на благополучие, като например в СПА, това може да има пряк и устойчив положителен ефект. Напротив, положителната йонизация на въздуха има отрицателно въздействие върху настроението и процеса на учене (Giannini et al., 1983), тъй като е свързана с устойчиво уреждане на умората и повишаване на систоличното кръвно налягане (Charry и Hawkinshire, 1981). Поради своите ползи, клиничната употреба на NAI отдавна се препоръчва, особено при лечение на изгаряния, астма и алергичен ринит (Kellogg, 1984). На практика, лечението, използващи NAI, са изследвани при лечение на хипертония, настърчавайки излекуване на известно състояние на стрес (Kondrashova et al., 2000). Проучванията показват, че краткотрайното излагане на NAI

е физиотерапевтичен метод, който работи при хора (Iwama et al., 2004), включително за инхибиране на определени възпаления или засилване на имунната система. Съвсем наскоро също беше доказано, че непрекъснатото излагане на NAI генерира антибактериални ефекти и може да стимулира бързо връщане към хомеостазата, което е толкова важно при интензивна физическа активност (Tuagi et al., 2008). Въпреки това, краткосрочната ефективност на NAI за подобряване на спортното възстановяване не е демонстрирана до ден днешен, а още по-малко в комбинация с далечна инфрачервена енергия и светлинна терапия (MLX i3Dome).

За да се анализира възстановяването на спортиста след индуцирано от физическо натоварване мускулно увреждане (EIMD), това проучване сравнява два начина на възстановяване (FIR, комбиниран с NAI [MLX i3Dome] и пасивно възстановяване) при симптоми на EIMD след усилено упражнение изпълнявани от атлети за издръжливост. Ние предполагаме, че мускулните болки, признаците на възпаление и работата на мускулите се влошават по-малко, когато спортистите използват технологията MLX i3Dome за възстановяване, в рамките на 48 часа след интензивното упражнение. Тази технология също трябва да има положително влияние върху цялостното благосъстояние на спортистите.

## Материали и методи

### Предмети

14 добре тренирани мъже участваха в това проучване (Възраст:  $39,4 \pm 10,9$  години; Височина:  $177,4 \pm 6,1$  cm; Тегло:  $70,2 \pm 8,5$  kg; Индекс на телесна маса:  $22,3 \pm 1,7$  kg/m<sup>2</sup>; Мастна маса:  $13,5 \pm 4,0$ %).

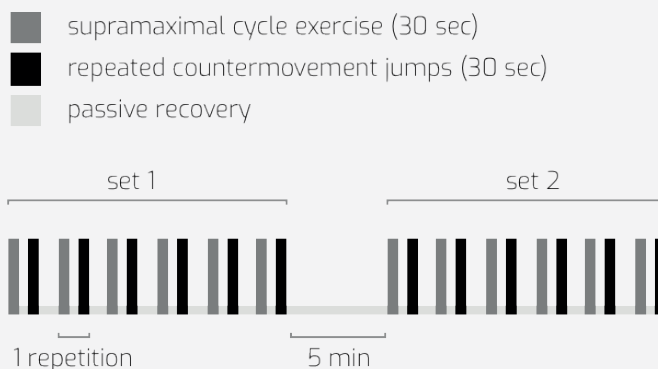
### Експериментален дизайн

Това проучване е проведено, за да се анализират ефектите на MLX i3Dome, в сравнение с контролно състояние, върху измерванията на производителността и свързаните с производителността данни след мускулно увреждане, предизвикващо упражнения (EIMD).

EIMD се състоеше от 2 серии от 14 минути, разделени от 5 минутен период на пасивно възстановяване (Фиг.1). Всеки комплект беше съставен от 6 повторения с 30 сек супрамаксимални цикълни упражнения, 30 сек пасивно възстановяване, 30 сек многократни скокове в противоположно движение; и повторенията бяха разделени от 60 секунди пасивно възстановяване.

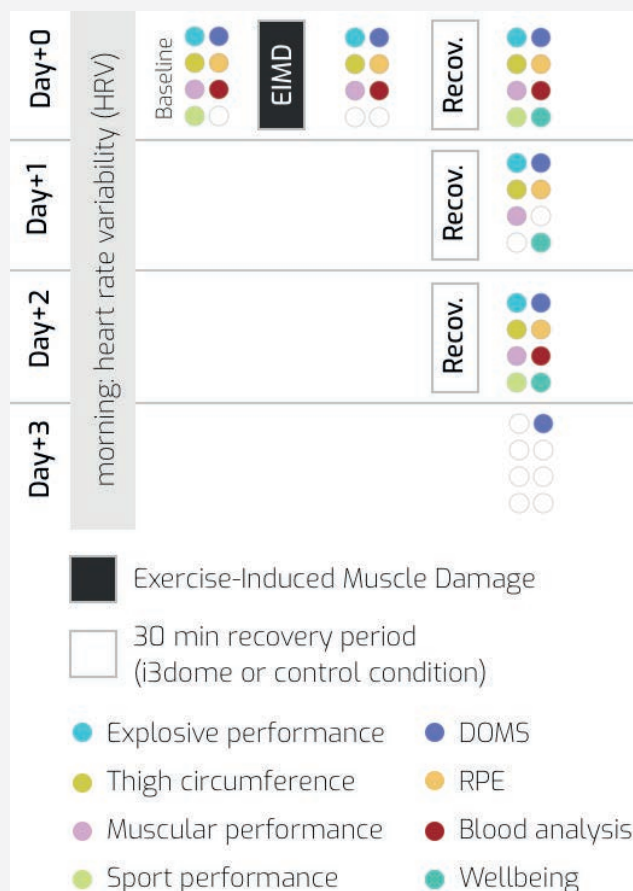
Всички участници тестваха едно от двете условия за възстановяване през първата седмица и другото състояние за възстановяване през втората седмица. Редът на условията за възстановяване беше произволен. Възстановяването съответства на 30 минутен период на пасивно възстановяване с помощта на MLX i3Dome (терапия с далечни инфрачервени лъчи [ниво 10/10], светлинна терапия [зелено], плазмена терапия [йонна плътност: 100%; йонни

поток: 50% ; отрицателни йони върху кожата: 5 милиона]) или не (контрола). Модалността на възстановяване е настъпила 15 минути (Ден+0), 24 часа (Ден+1) и 48 часа (Ден+2) след EIMD.



Фигура 1. Схематично представяне на мускулно увреждане, предизвикващо упражнение (EIMD).

За всяко състояние на възстановяване бяха проведени измервания на производителността и данните, свързани с производителността, точно преди EIMD (базова линия), между EIMD и възстановяването и след възстановяване през първия ден (Ден+0; Фигура2). През следващите два дни бяха извършени измервания след възстановяването (съответно Ден+1, Ден+2). Освен това, вариабилността на сърдечната честота и мускулната болезненост бяха измерени 72 часа след EIMD (ден +3).



Фиг.2. Схематично представяне на експерименталния дизайн за едно от двете условия за възстановяване.

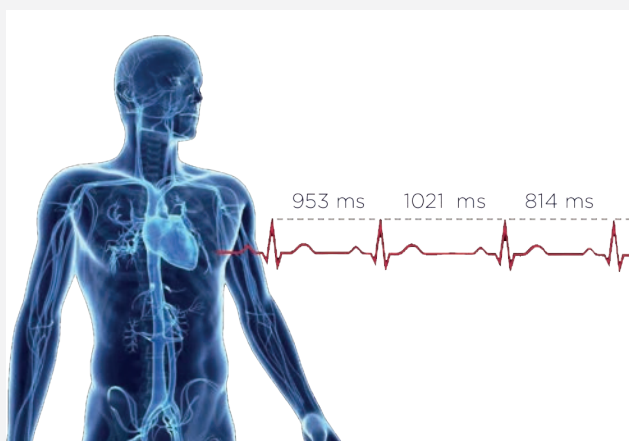


За да се ограничи и контролира развитието на допълнителна умора, субектите бяха помолени да не тренират двата дни преди EIMD и през трите дни на запис на данни.

## Записване на данни

### Променливост на сърдечната честота (HRV)

Индексите на HRV бяха оценени сутрин при събуждане в деня на EIMD (ден + 0) и през следващите три дни (съответно ден + 1, ден + 2 и ден + 3). RR интервалите бяха събрани по време на използване на монитор за сърдечен ритъм с нагръдна лента (Polar H9, Kempele, Финландия), свързан чрез Bluetooth към мобилно уеб приложение (Elite HRV). Субектите бяха помолени да останат в легнало положение и да използват тапи за уши и нощна маска за 4 минути запис на RR интервали. Скоростта и дълбочината на дишане бяха оставени неконтролирани и участниците бяха инструктирани да се отпуснат и да дишат с естествена скорост. Сърдечната честота в покой (HRrest) и HRV индексите (т.е. SDNN и RMSSD) бяха изчислени от колекцията от RR интервали, записани през последните 3 минути (т.е. данните за първата минута бяха изпуснати).



Снимка 1. Илюстрация на променливостта на сърдечната честота (HRV).

### Обиколка на бедрата

При пристигането в лабораторията на Ден+0, обиколката на бедрото беше измерена от дясната страна, 10 cm над главата на фибулата, от същия експериментатор с помощта на неразтеглива, плоска и гъвкава измервателна лента. Това измерване се повтаря веднага след EIMD и след всеки 30 минутен период на възстановяване през 3-те дни. Измерванията на обиколката бяха взети като индикатор за остри промени в обема на бедрата (Brown et al. 1997), които вероятно ще възникнат поради промени в осмотичната течност или възпаление, което често се свързва с мускулно увреждане и ексцентрични упражнения (Fielding et al. 2000).

## Оценка Възприемано усилие (RPE)

Преди всеки мач за измерване на ефективността, участниците завършиха 5 минути загрявка с умерена интензивност. Тази интензивност се избира самостоятелно в първия ден от първата седмица и се поддържа постоянна за всички загрявания по време на проучването. В края на загрявката и в края на EIMD, участниците оценяха възприеманото усилие, използвайки скалата на Borg RPE, преминаваща от „изключително лека“ за ниво 6 до „изключително тежка“ за ниво 20.

### Експлозивно изпълнение (скок от клек)

След загрявката участниците изпълниха 3-5 повторения на скокове от клек с интервал за почивка от 30 секунди между всяка пътека. Те започнаха от изправено изправено положение с ръце на бедрата си и след това бяха инструктирани да огънат коленете си и да задържат предварително определена позиция на коленете (~90°) за броене от 3 s. В този момент субектите бяха инструктирани да скочат възможно най-високо, без да извършват фаза на противодействие. Времето на полета беше измерено с ленти Optojump Next (Снимка 2), свързани към компютър, а софтуерът Microgate (Optojump Next Software, версия 1.12) позволи изчисляване на височината на скока като показател за експлозивна производителност.



Снимка 2. Оценка на височината на скок от клек с помощта на системата Optojump Next.

### Мускулна болезненост със забавено начало (DOMS)

След скока от клек, нивото на DOMS беше оценено от визуална аналогова скала с плъзгаща се маркировка. Предната страна на везната показва въпроса „Как е вашето ниво на мускулна болка в този момент?“ и линеен габарит с два елемента в краищата (отдолу: „Няма“; отгоре: „Максимално“).

От дъното участниците плъзнаха знака по скалата, за да оценят чувството си на мускулна болка. На задната страна цифрова скала от 0 (съответстваща на ниво „Няма“) до 10 („Максимално“) показва стойността на DOMS.

## Мускулна ефективност (доброволна изометрична контракция)

Волевата изометрична сила на разтягане на коляното беше измерена с помощта на пейка за разгъване на краката, оборудвана със стоманена верига и сензор за S-сила (ME-Meßsysteme GmbH, Германия, модел KD40s,  $\pm 5$  kN). Дължината на свързващата верига беше регулирана така, че ъгълът на коляното да е около  $100^\circ$  за всеки субект. Сензорът S-force беше свързан към компютър с помощта на цифров измервателен усилвател (GSV-3USB) и софтуер за събиране на данни (GSVmulti, версия 1.47) за гледане на живо и записване на данните от измерването.

За всички участници бяха извършени 2 различни вида тестове: първо, две максимални 3-секундни опити, разделени от минимум 1 минута почивка, за да се оцени максималното мускулно представяне; второ, продължителен опит с максимална продължителност от 30 секунди, за да се оцени средното мускулно представяне.



Фигура 3. Оценка на мускулната ефективност с помощта на изометрична инструментална система.

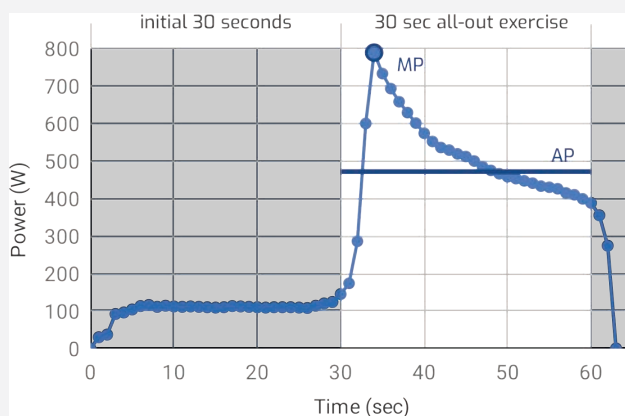
## Спортно представяне (тест на Уингейт)

Тестът Wingate на велоергометър е използван за оценка на анаеробното представяне. Тестът беше извършен на Monark Cycle Ergometer LC6 Novo (Monark Exercise AB, Vansbro, Швеция), който беше правилно настроен за всеки субект през първия ден (Снимка 4). Настройките на седалката и кормилото бяха записани, за да се осигури съответствие между тестовете. Велоергометърът Monark беше свързан към компютър и тестовият софтуер Monark беше използван за проектиране на протокола Wingate, контрол на велосипеда и запис на данните.



Фигура 4. Оценка на спортните постижения с помощта на Monark LC6 Novo.

Анаеробният тест Wingate започна с първоначален 30 секунден цикличен период срещу 10N натоварване, директно последван от 30 секундно цялостно упражнение. В началото на този втори период беше приложено натоварване, определено на 7,5% от телесното тегло в kg, и участниците бяха уведомявани да въртят педалите възможно най-бързо и да поддържат скоростта на въртене на педалите възможно най-висока за 30 сек. В края на теста максималната мощност и средната мощност бяха изчислени от 1-вата секунда от записа на данни (Фигура 3).



Фигура 3. Пример за запис на крива на мощността в края на анаеробния тест на Wingate. Максимална мощност (MP) и средна мощност (AP), съответстващи на най-високата стойност на мощността и средната стойност на мощността, изчислени за 30-секундното цялостно упражнение.

## Анализ на кръвта

При пристигане в лабораторията на Ден+0 (базова линия), взета е микрокапилярна кръвна проба (90 ml) и незабавно анализирана (EPOC, Epcal Inc., Ot-tawa, Канада - Снимка 5) за глюкоза, потенциал

концентрация на водород (pH) и лактат. Концентрациите на кръвната захар, pH и лактат също бяха измерени след EIDM на Ден+0, след тест на Wingate на Ден+0 и Ден+2 и след 30-минутен период на възстановяване на Ден+0 и Ден+2 (Фигура 2).



Снимка 5. Преносим кръвен газов и електролитен анализатор (EPOC).

## Ниво на благосъстояние

След всеки 30 минутен период на възстановяване, нивото на благосъстояние се оценява от визуална аналогова скала с плъзгаща се маркировка. Предната страна на скалата показваше въпроса „Как се чувствате в момента?“ и линеен габарит с два елемента в крайните точки (отдолу: „Неутрално“; отгоре: „Много добре“). Отдолу участникът плъзна знака по скалата, за да оцени чувството си за благополучие. На задната страна цифрова скала от 0 (съответстваща на нивото „Неутрално“) до 10 („Много добре“) позволява да се разчете стойността на благосъстоянието.

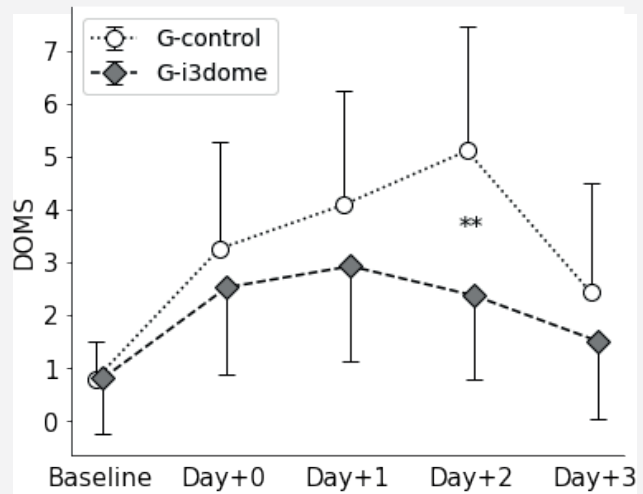
## Резултати

### Мускулна треска

В сравнение с изходното ниво (G-контрол:  $0,8 \pm 0,7$ ; G-i3dome:  $0,8 \pm 1,1$ ), DOMS са значително по-високи след EIDM за контролно състояние ( $2,5 \pm 2,1$ ;  $P = 0,007$ ) и за състояние i3dome ( $3,0 \pm 2,2$ ;  $P = 0,002$ ). Също така, стойностите на DOMS след EIDM не се различават между двете групи ( $P = 0,53$ ).

Нивото на мускулна болезненост беше високо 24 и 48 часа след EIDM и се върна прогресивно към изходната стойност в контролното състояние. В Ден+3 стойността на DOMS беше значително по-висока в сравнение с

изходно ниво ( $P = 0,03$ ). Използвайки MLX i3Dome, стойностите на DOMS остават на ниско ниво през 2 дни след EIDM и субектите вече не чувстват мускулна болка на Ден+3 (Фиг. 4).



Фиг.4. Промени в нивото на мускулна болезненост през 4 дни след възстановяване за двете различни начина на възстановяване. \*\*, значителна разлика между двете условия ( $P < 0,01$ ).

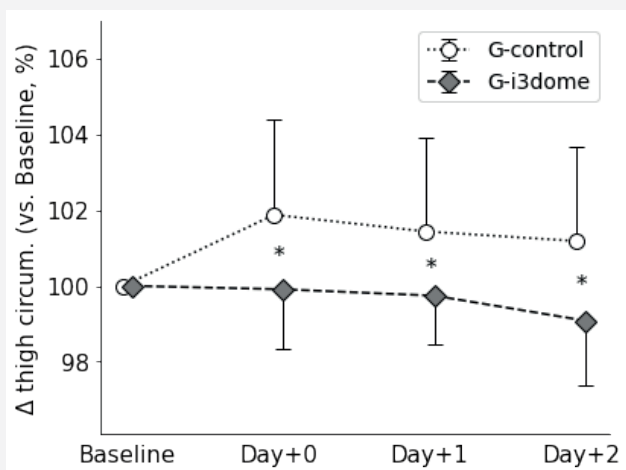
### Thigh circumference

Непосредствено след EIDM, обиколката на бедрото се увеличи значително за групите G-control и G-i3dome от изходното ниво (съответно  $1,5 \pm 0,8$  и  $1,8 \pm 0,6$  cm), без разлика между 2-те условия ( $P = 0,26$ ).

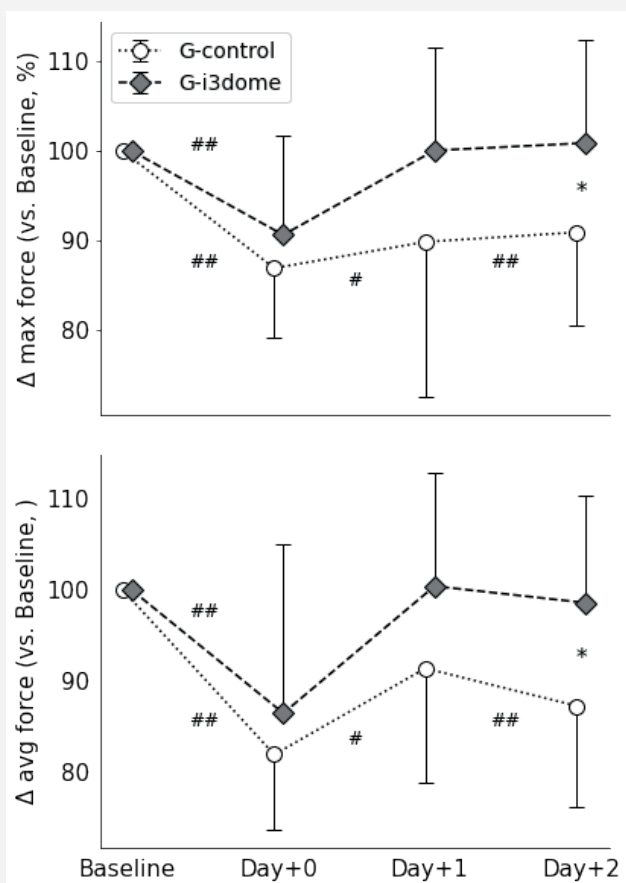
В Ден+0, Ден+1 и Ден+2, промените в обиколката на бедрото в сравнение с изходното ниво бяха значително по-големи в G-контролната група в сравнение с G-i3dome групата (Фиг. 5). В контролното състояние обиколката на бедрото се е увеличила значително в Ден+0 и има тенденция да бъде по-висока в Ден+1 и Ден+2 в сравнение с изходното ниво. За разлика от това, не са докладвани значителни промени в състоянието на i3dome.

### Мускулно представяне

Стойностите на максималната мускулна сила, записани непосредствено след EIDM, са значително по-ниски в сравнение с базовите стойности както за G-control, така и за G-i3dome групите ( $-15,7\%$  и  $-12,9\%$  съответно). В допълнение, мускулната ефективност (както максимална, така и средна сила) остава значително намалена след първата сесия за възстановяване (Ден+0), независимо от начина на възстановяване (Фигура 6). За G-контролната група, мускулната ефективност все още е намалена през следващите 2 дни. Напротив, субектите в групата G-i3dome успяха да произведат първоначалните си стойности на сила в Ден+1 и Ден+2, което предполага способността да поддържат мускулната си ефективност в дните след EIDM (Фигура 6).



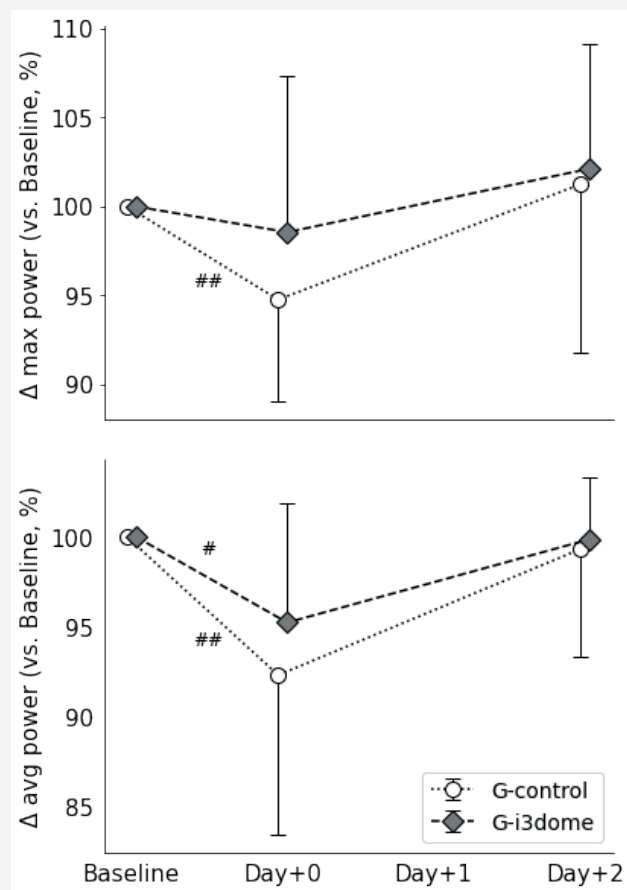
Фигура 5. Промени в обиколката на бедрото през 3-те дни с двата различни начина на възстановяване. \*, значителна разлика между двете условия ( $P < 0,05$ ).



Фигура 6. Промени в мускулната ефективност (т.е. максимална мъжка и средна сила) през 3-те дни с двата различни начина на възстановяване. # и ##, значителна разлика от изходното ниво ( $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ , съответно). \*, значителна разлика между двете условия ( $P < 0,05$ ).

## Спортно представяне

В контролното състояние максималните и средните стойности на мощността намаляват значително в Ден+0 в сравнение с базовата стойност. За групата G-i3dome само средната мощност беше по-ниска в Ден+0. Стойностите на спортните постижения се върнаха към базовите стойности на Ден+2, независимо от модалността на възстановяване (Фигура 7).

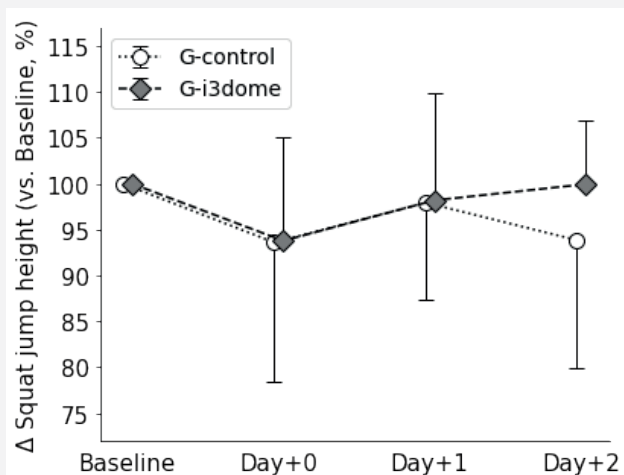


Фигура 7. Промени в спортните постижения (т.е. максимална и средна мощност, изчислени чрез Wingate Anae-robic Test) през 3-те дни с двата различни начина на възстановяване. # и ##, значителна разлика от изходното ниво ( $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ , съответно).

## Експлозивно изпълнение

При двете състояния скокът във височина намаля значително след EIDM (G-контрол:  $-2,4 \pm 3,1$  cm; G-i3dome:  $-2,9 \pm 1,6$  cm). Първоначалната производителност обаче беше открита от Ден+0 след първата сесия за възстановяване, независимо от модалността. Промените в скока на височина не са значими през следващите 48 часа и не се различават между двете групи (Фигура 8).



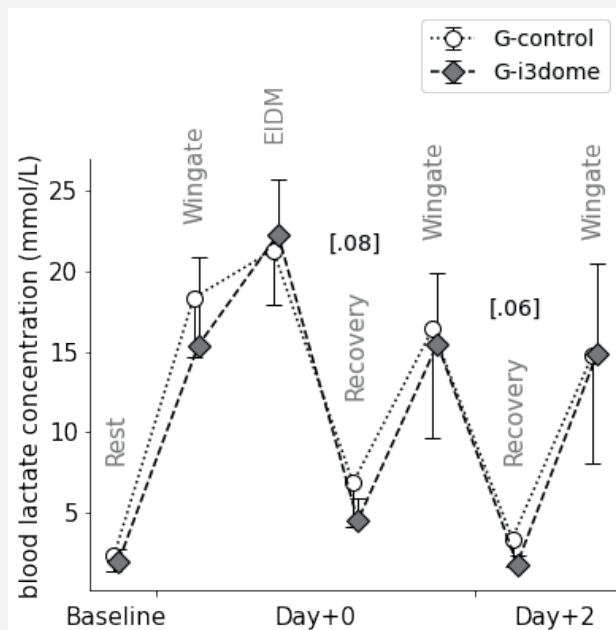


Фиг.8. Промени в експлозивното представяне (т.е. височина на скок) през 3-те дни с двата различни начина на възстановяване.

## Анализ на кръвта

Стойностите на концентрацията на лактат в кръвта, измерени в покой, след анаеробни тестове на Wingate, EIDM и 30 минути периоди на възстановяване (пасивен или MLX i3Dome) са изобразени на Фигура 9. Не се съобщава за значителна разлика в концентрацията на лактат в кръвта между 2-те модалности на възстановяване. Въпреки това, стойностите, получени след възстановяването, са по-ниски в групата с G-i3dome в сравнение с G-контролната група (Ден+0:  $6,84 \pm 2,7$  mmol/L спрямо  $4,48 \pm 1,41$  mmol/L,  $P = 0,08$ ; Ден+2:  $3,36 \pm 1,73$  mmol/L срещу  $1,77 \pm 0,54$  mmol/L,  $P = 0,06$ ).

Базовите и максималните стойности на кръвната глюкоза и концентрациите на рН, получени за групата с G-i3dome, не се различават значително в сравнение с G-контролната група. Въпреки това рН, измерено директно след 30-минутен период на възстановяване в Ден+0, е значително по-ниско при G-контрола (Таблица 1).



Фигура 9. Промени в концентрацията на лактат в кръвта по време на различните фази на протокола в двата начина на възстановяване.

## Възприемано усилие

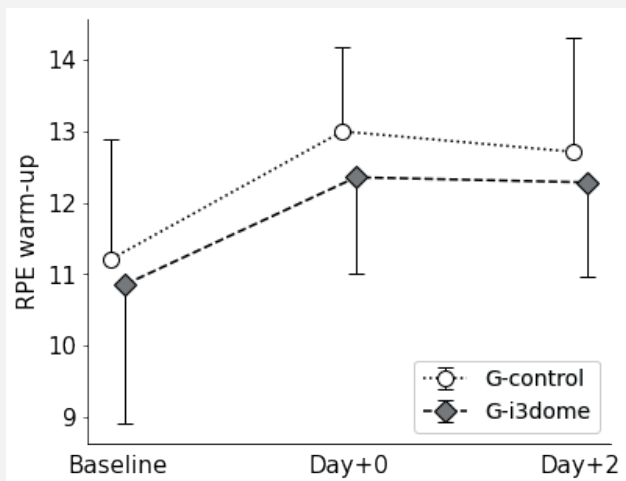
Стойностите на възприеманото усилие (RPE), оценени в края на EIDM, бяха близки между двете условия:  $17,4 \pm 1,3$  и  $17,5 \pm 1,3$  съответно за групите G-control и G-i3dome. Тези стойности предполагат, че интензивността и физическото значение по време на EIDM на пръстена са сходни през първата и втората седмица.

Стойностите на RPE, оценени по време на замявката, се увеличиха значително след EIDM и през следващите дни за групите G-control и G-i3dome. Освен това не се съобщава за значителна разлика между 2-те условия в стойностите на RPE по време на замявката на изходно ниво, Ден+0 и Ден+2 (Фиг.10).

Таблица 1. рН на кръвта в покой и концентрации на глюкоза, измерени след 30-минутен период на възстановяване при двата различни начина на възстановяване.

Параметри		G-контрол	G-i3dome	Вероятност	Cohen's d
рН	Day+0	$7.384 \pm 0.034$	$7.462 \pm 0.071$	0.005**	1.41
	Day+2	$7.410 \pm 0.037$	$7.424 \pm 0.032$	0.387	0.39
Glucose	Day+0	$0.966 \pm 0.152$	$0.94 \pm 0.077$	0.635	0.21
	Day+2	$1.018 \pm 0.152$	$0.982 \pm 0.096$	0.534	0.28

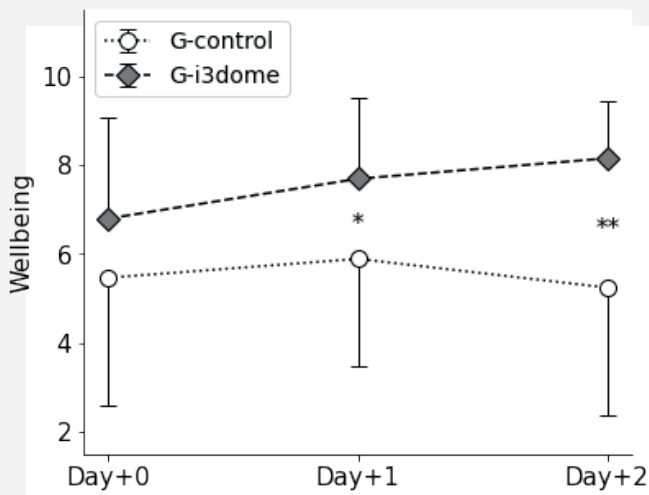
\*\*, значително различно между G-control и G-i3dome ( $P < 0,01$ ). Критериите за тълкуване на големината на размера на ефекта са както следва:  $>0,2$  малък,  $>0,5$  умерен,  $>0,8$  голям и  $>1,3$  много голям).



Фигура 10. Промени във възприеманото ниво на усилие по време на загряване през 3-те дни с двата различни модалности за възстановяване.

## Благосъстояние

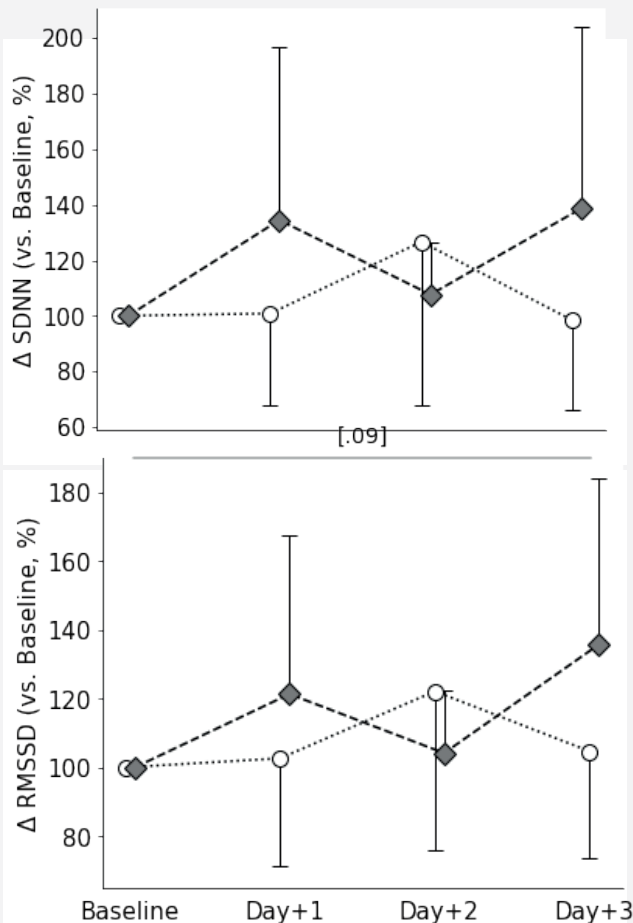
Нивата на благосъстояние, оценени в продължение на три дни, непосредствено след 30-минутен период на възстановяване, не показват промяна в състоянието на G-контрол. Въпреки това благосъстоянието се увеличава с всеки изминал ден в групата на G-i3dome (Фигура 11). Освен това, благосъстоянието, оценено на Ден+1 и Ден+2, е значително по-високо в групата с G-i3dome в сравнение с G-контролната група.



Фигура 11. Промени в нивото на благосъстояние през 3-те дни с двата различни начина на възстановяване.\* и \*\*, значителна разлика между двете състояния (съответно  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$ ).

## Heart rate variability

Промените в индексите на HRV са показани на Фигура 12. Не се съобщава за значително взаимодействие между дните и условията на SDNN или RMSSD. Въпреки това RMSSD, който отразява парасимпатиковата активност, има тенденция да бъде по-висок в Ден+3 в сравнение с изходното ниво в G-i3dome ( $P = 0,09$ ).



Фигура 12. Промени в индексите на вариабилност на сърдечната честота (SDNN и RMSSD) през 4-те дни с двата различни начина на възстановяване.

## Съобщения за вкъщи

Това проучване има за цел да оцени ефектите от 3-сесии на MLX i3Dome като метод за спортно възстановяване върху данните, свързани с представянето, в сравнение с контролна група. Основните резултати, които трябва да запомните от настоящото изследване, са:

**МУСКУЛНОТО УВРЕЖДАНЕ** е по-малко, когато MLX i3Dome се използва за възстановяване след изморителни упражнения:

- ▶ Мускулната болезненост остана на ниско ниво 2 дни след упражнението и участниците вече не чувстваха мускулна болезненост на Ден 3.
- ▶ Мускулното възпаление, представено от обиколката на бедрото, се е увеличило с 1,9% през 3-те дни на възстановяване в контролно състояние, но не са докладвани промени в състоянието MLX i3Dome, което означава, че далечната инфрачервена светлина е напълно ефективна за предотвратяване на възпаление на мускулите.

**СПОРТНОТО И МУСКУЛНОТО ИЗПЪЛНЕНИЕ** се поддържат, когато MLX i3 Dome се използва за възстановяване след много натоварващо упражнение:

- ▶ Мускулната умора е по-висока за контролната група с почти 12,9%; обаче участниците

бяха в състояние да възпроизведат своите първоначални и средни сили в Ден 1 и Ден 2 след излагане на далечна инфрачервена светлина, след което намаляват до голяма степен нивото на мускулна умора,

-Спортните постижения - както са представени от максимална мощност при колоездене - се поддържат след възстановяване с далечна инфрачервена светлина, за разлика от контролната група, която намали постиженията си с -5,2% в Ден 0.

ГЛОБАЛНОТО БЛАГОСЪСТОЯНИЕ е подобро за 2 дни възстановяване на MLX i3Dome от упражнение с голямо предизвикателство:

◆ Оценките на благосъстоянието бяха силно повишени (Ден 1:

+7,9% и Ден 2: +30,1%) в сравнение с контролната група, което означава, че MLX i3Dome осигурява основно и подходящо благополучие за всички субекти.

-Индексът на жизненост – представен от променливостта на сърдечната честота (HRV) – се повишава с 36% на ден 3 след 3-те сесии на MLX i3Dome.

КРЪВНАТА АЦИДОЗА се подобрява веднага след първата сесия на MLX i3Dome и 2 дни след много интензивно упражнение:

- ▶ рН на кръвта е по-високо в Ден 0 в сравнение с контролната група, което означава, че една сесия на MLX i3Dome е предизвикала висока алкалоза (54,7%): това е от значение за предотвратяване на намаляването на кръвната ацидоза поради интензивни упражнения.
- ▶ Кръвоотделяне – често свързано с високо производство на лактат и перцептивен дискомфорт – са по-ниски с -34,5% на Ден 0 и с -47,3% на Ден 2, в сравнение с контролната група.

## Препратки

Barnett A (2006) Използване на модалности за възстановяване между тренировките при елитни спортисти: помага ли? Sports Med 36: 781–796.

Brown S, Child SH, Donnelly AE (1997) Предизвикано от упражнения увреждане на скелетните мускули и адаптация след повтарящи се пристъпи на ексцентрични мускулни контракции. J Sports Sci 15: 215–222

Charry, J.M. и Hawkinshire, F.B. (1981) „Ефекти от атмосферната активност върху някои субстрати на нарушено социално поведение“, Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 41, стр.185–197.

Cheung K, Hume P, Maxwell L (2003) Мускулна болезненост със забавено начало: стратегии за лечение и фактори за ефективност. Sports Med 33: 145–164.

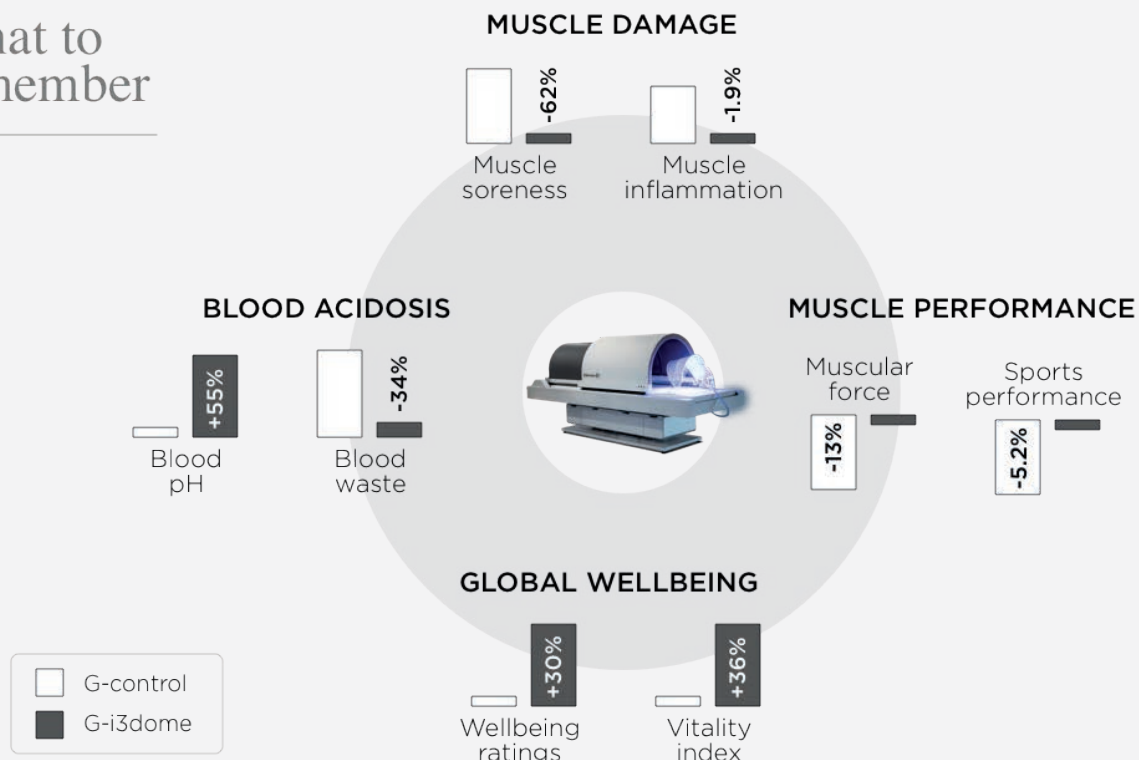
Faulkner SM, Bee PE, Meyer N, Dijk DJ, Drake RJ. Светлинни терапии за подобряване на съня при нарушения на съня на вътрешния циркаден ритъм и невро-психиатрични заболявания: систематичен преглед и мета-анализ. Sleep Med Rev. 2019; 46: 108e123.

Fielding RA, Violan MA, Svetkey L, Abad LW, Manfredi TJ, Cosmas A et al (2000) Ефекти от предишни упражнения върху индуцирана от ексцентрични упражнения неутрофилия и повторно освобождаване на ензими. Med Sci Sports Exerc 32 (2): 359–364

Gauche E, Lepers R, Rabita G, Leveque JM, Bishop D, Hausswirth C (2006) Добавяне на витамини и минерали и нервно-мускулно възстановяване след състезание по бягане. Med Sci Sports Exerc 38: 2110–2117.

Giannini, AJ, Castellani, S. и Dvoredsky, A.E. (1983) „Състояния на тревожност: връзка с атмосферните катиони и серотонина“, Journal of Clinical Psychiatry, Vol. 44, стр.262–264

## What to remember



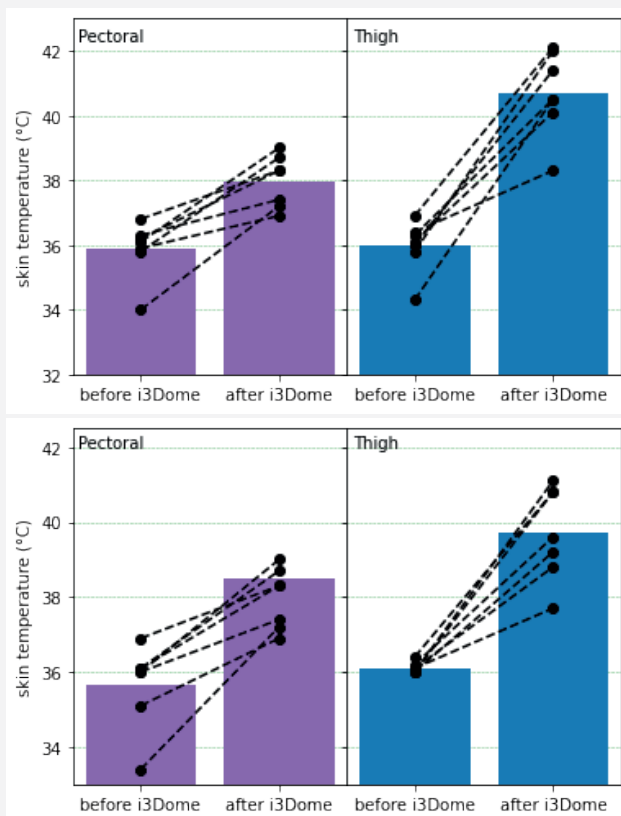
- Halson SL, Jeukendrup AE (2004) Съществува ли претрениране? Анализ на преувеличаване и претрениране. *Sports Med* 34: 967–981.
- Hauswirth C. и Mujika I. (2013). Възстановяване за представяне в спорта. Eds Human Kinetics. стр. 377.
- Хаусвирт К., Жулиен Луис, Франсоа Бюзен, Хер-ве Пурно, Жан Фурние, Жан-Робер Филиард, Жан-ник Бривалтер. Ефекти от криотерапията на цялото тяло срещу далечни инфрачервени срещу пасивни модалности върху възстановяването от мускулно увреждане, предизвикано от упражнения при високо тренирани бегачи. *PLoS One*. 2011;6(12):e27749.
- Iwama, H. (2004) „Отрицателните въздушни йони, създадени от срязване на водата, подобряват деформацията на еритроцитите и аеробния метаболизъм“, *Indoor Air*, Vol. 14, стр.293–297.
- Jakeman JR, Byrne C, Eston RG (2010) Компресионното облекло за долни крайници подобрява възстановяването от увреждане на мускулите, предизвикано от упражнения при млади, активни жени. *Eur J Appl Physiol* 109: 1137–1144.
- Кондрашова, М. Н., Григоренко, Е. В., Тихонов, А. Н., Си-рота, Т. В., Темнов, А. В., Ставровская, И. Г., Косякова, Н. И., Ланге, Н. В. и Тихонов, В. П. (2000) „Основният физико-химичен механизъм за благоприятните биологични/медицински ефекти на отрицателните въздушни йони“, *IEEE Transactions on Plasma Science*, том. 28, стр.230–237.
- Крюгер, Дж.А. и Рийд, А. Дж. (1976) „Биологично въздействие на малки въздушни йони“, *Science*, Vol. 193, стр.1209–1213.
- Lin CC, Chang CF, Lai MY, Chen TW, Lee PC и др. (2007) Терапия с далечни инфрачервени лъчи: ново лечение за подобряване на достъпа до кръвния поток и неасистирана проходимост на артериовенозната фистула при пациенти на хемодиализа. *J Am Soc Nephrol* 18: 985–992.
- Ливанова, Л.М., Левшина, И.П., Ноздрачева, Л.В., Елба-кидзе, М.Г. и Айрапетянц, М.Г. (1999) „Защитните ефекти на отрицателните въздушни йони при остър стрес при плъхове. *Neurosci Behav Physiol*. Юли-август 1999; 29 (4): 393-5.
- Lucas RJ, Peirson SN, Berson DM, et al. Измерване и използване на светлина във възрастта на меланопсина. *Trends Neurosci*. 2014;37(1):1e9.
- Masuda A, Kihara T, Fukudome T, Shinsato T, Minagoe S, et al. (2005) Ефектите от многократна термична терапия за
- двама пациенти със синдром на хроничната умора. *J Psycho-som Res* 58: 383–387.
- Masuda A, Kihara T, Fukudome T, Shinsato T, Minagoe S, et al. (2005a) Ефектите от повтаряща се термична терапия за двама пациенти със синдром на хроничната умора. *J Psycho-som Res* 58: 383–387.
- Masuda A, Koga Y, Hattanmaru M, Minagoe S, Tei C (2005b) Ефектите от многократна термична терапия за пациенти с хронична болка. *Psychother Psychosom* 74: 288–294
- Melzack R, Wall PD (2015) Механизми на болката: нова теория. *Наука* 150: 971–979.
- Nicol C, Avela J, Komi PV (2006) Цикълът на съкращаване на разтягане: модел за изследване на естествено възникваща нервнo-мускулна умора. *Sports Med* 36: 977–999.
- Peiffer JJ, Abiss CR, Nosaka K, Peake JM, Laursen PB (2009) Ефект от потапяне в студена вода след тренировка в топлината върху мускулната функция, телесните температури и диаметъра на съда. *J Sci Med Sport* 12: 91–96.
- Pournot H, Bieuzen F, Louis J, Mounier R, Fillard JR, Barbiche E, Hauswirth C. Времеви курс на промените във възпалителния отговор след многократно излагане на криотерапия на цялото тяло след тежки упражнения. *PLoS One*. 2011;6(7):e22748.
- Roenneberg T, Merrow M. Циркадният часовник и здравето на човека. *Curr Biol*. 2016;26(10):R432eR443.
- Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R (2007) Потапяне в ледена вода и мускулна болезненост със забавено начало: рандомизирано контролирано проучване. *Br J Sports Med* 41: 392–397.
- Tyagi, A.K., Kumar, B.N., Malik, A. и Singh, K (2008) „Ефектът от излагането на отрицателни въздушни йони върху *Escherichia coli* и *Pseudomonas fluorescens*“, *Journal of Environmental Science and Health Part A*, Vol. 43, стр.694–699.
- Weerapong P, Hume PA, Kolt GS (2005) Механизмите на масажа и ефектите върху представянето, възстановяването на мускулите и предотвратяването на наранявания. *Sports Med* 35: 235–256
- Zambotti M De, Goldstone A, Colrain IM, Baker FC. Разстройство на сънливост в юношеска възраст: диагноза, въздействие и лечение. *Sleep Med Rev*. 2018; 39 (юни): 12e24.



## Анекс

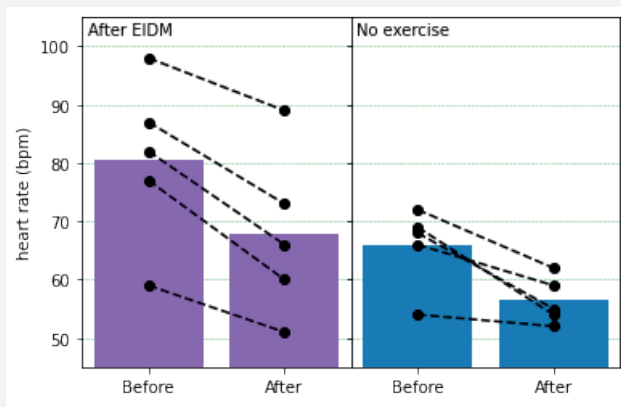
### Промени в телесната температура

След период от 30 минути в MLX i3dome промените в температурата на кожата, измерени в областта на гръдния кош и областта на бедрата, са показани на фигурите по-долу. В първата диаграма субектите са извършили EIDM преди MLX i3dome. Във втората диаграма нито едно упражнение не е завършено



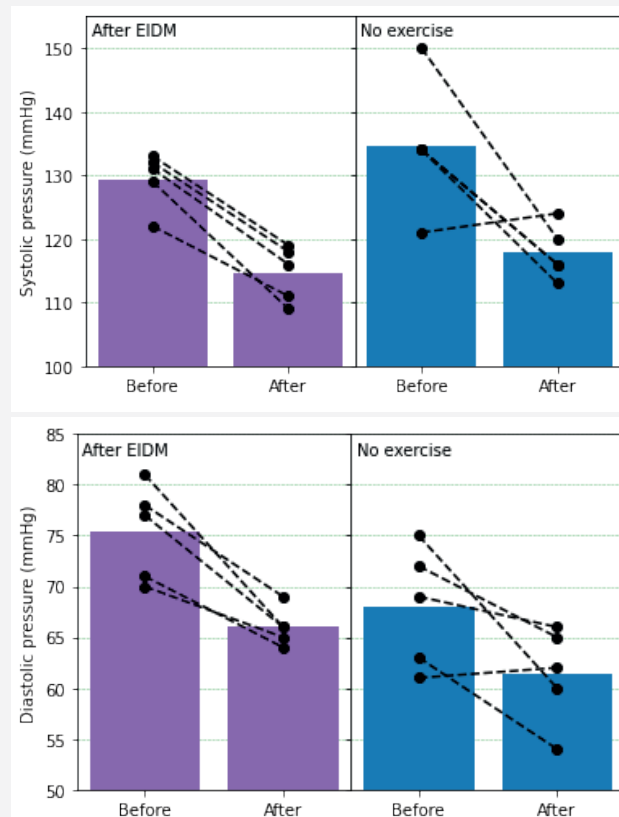
### Промени в сърдечната честота

След период от 30 минути в MLX i3dome промените в сърдечната честота са показани на фигурата по-долу.



### Промени в кръвното налягане

След период от 30 минути в MLX i3dome промените в измереното кръвно налягане са изобразени на фигурите по-долу. Първата диаграма показва промените в систоличното кръвно налягане. Втората диаграма показва промените в диастоличното кръвно налягане.



# beScored

Institute



Christophe **HAUSSWIRTH**

Founder beScored Institute

**christophe@bescored.institute**

**+33.6.86.58.46.93**