

# **Резюмета на научните трудове, представени за участие в настоящия конкурс**

## **Резюме на монографичния труд**

1. Михайлов М. **Основи на тренировката и контрола на специфичната мускулна сила и издръжливост в скалното катерене**. София: Бolid Инс 2022.

Съвременните технологии и значително увеличеният обем от нови знания, получени от научните изследвания в спорта, способстват за усъвършенстването на тренировъчния процес. Това обаче отправя по-големи изисквания към подготовката на спортистите и квалификацията на треньорите и спортните специалисти. В тази монография са систематизирани и задълбочено са представени сведения от научните изследвания в сферата на спортната тренировка и физиология в скалното и спортно катерене. На тази база са предложени и подходящи тренировъчни методи и тестове за оценка на мускулната сила и издръжливост, които са главни фактори на спортното постижение в катеренето. Тази информация може да послужи на треньорите на катерачите и спортните специалисти като основа за изграждането на научно обоснован и максимално ефективен тренировъчен процес в този увлекателен и с все по-разрастващо се обществено значение спорт.

Michailov M. **Foundations of training and testing sport-specific muscle strength and endurance in rock climbing**. Sofia: Bolid Ins 2022.

Modern technologies and the significantly increased amount of new knowledge obtained by scientific research in sports contribute to the improvement of the training process. However, this places greater demands on athletes' preparation and coaches' qualification. In this monograph, scientific evidence in the field of sports training and physiology in rock and sport climbing is systematized and presented in detail. On this basis, suitable training methods and tests for the assessment of muscle strength and endurance, which are key performance limiting factors in climbing, are proposed. This information can serve as a basis for climbing coaches and sports professionals to conduct a scientifically based and maximally effective training in this exciting sport with increasing social importance.

## Резюмета на статии

1. Michailov ML, Baláš J. **Rate of force development of finger flexor and shoulder girdle muscles in sport climbers**. 2023 JASS; ahead of print.

Rate of upper limb force development (RFD) belongs to the important performance factors in sport climbing. This study aimed to investigate reliability and validity of various force-time indicators for the assessment of finger and shoulder girdle strength in climbing. Ten male lead climbers (climbing ability: advanced; IRCRA:  $22 \pm 2$ ) performed two RFD and two maximal strength tests for the finger flexor and shoulder girdle muscles (one-arm finger hangs and lock-offs, respectively). The maximal strength tests were used to assess maximal force ( $F_{\max}$ ). The RFD tests were used to assess: peak force ( $F_{\text{peak}}$ ); time to reach force representing 25%, 50% and 75% of body weight ( $T_{25\%BW}$ ,  $T_{50\%BW}$ ,  $T_{75\%BW}$ ); and absolute and relative RFD indicators (e.g., RFD at 200 ms and 95%  $F_{\text{peak}}$ , respectively). Reliability of finger flexor RFD indicators was high (intrasession ICC between 0.760 and 0.973; intersession ICC between 0.883 and 0.955). Intersession reliability of finger flexor  $T_{50\%BW}$  and  $T_{75\%BM}$  reached excellent values (ICC = 0.949 and ICC = 0.978, respectively). Reliability of finger flexor and lock-off  $F_{\text{peak}}$  and  $F_{\max}$  were also high (ICC between 0.850 and 0.966). Consistency between  $F_{\text{peak}}$  and  $F_{\max}$  was not satisfactory. These variables differed significantly ( $p = 0.035$ ) in the finger flexor tests and ICC was moderate (0.605) in the lock-off tests. Most of the lock-off force-time indicators had moderate or poor reliability. Finger flexor and lock-off  $F_{\max/\text{kg}}$  and  $T_{50\%BW}$  significantly correlated ( $p < 0.05$ ) with climbing ability ( $R = 0.805$ ,  $R = 0.653$  and  $R = -0.703$ , respectively) while lock-off force-time indicators did not.  $T_{50\%BW}$  is the most reliable and valid force-time indicator in advanced climbers. RFD indicators are reliable but muscle strength appears more important than RFD in advanced climbers.

Michailov ML, Baláš J. **Темп на развитие на силата на мускулите сгъвачи на пръстите и раменния пояс при спортни катерачи**. 2023 JASS; под печат.

Темпа на развитие на силата на горните крайници (RFD) е сред факторите на спортното постижение в спортното катерене. Това изследване има за цел да установи надеждността и валидността на различни силови и времеви показатели за оценка на силовите качества на сгъвачите на пръстите и мускулатурата на раменния пояс в катеренето. Десет катерачи в дисциплината „трудност“ (мъже; квалификация: напреднали; IRCRA:  $22 \pm 2$ ) изпълниха два RFD теста и два теста за сила на сгъвачите на пръстите и раменния пояс (вис на пръстите и „блок“ на една). С тестовите за сила бе измерена максималната възможна стойност на силата ( $F_{\max}$ ). RFD тестовите бяха използвани за измерване на показателите: пикова сила ( $F_{\text{peak}}$ ); време за достигане на сила, представляваща 25%, 50% и 75% от телесното тегло ( $T_{25\%BW}$ ,  $T_{50\%BW}$ ,  $T_{75\%BW}$ ); и абсолютни и относителни RFD показатели (напр. RFD съответно при 200 ms и 95%  $F_{\text{peak}}$ ). Надеждността на RFD показателите на сгъвачите на пръстите е висока (вътрешносесиен ICC между 0.760 и 0.973; междусесиен ICC между 0.883 и 0.955). Междусесийната надеждност на  $T_{50\%BW}$  и  $T_{75\%BM}$  на сгъвачите на пръстите достига отлични стойности (съответно: ICC = 0.949 и ICC = 0.978). Надеждността на  $F_{\text{peak}}$  и  $F_{\max}$

на пръстите и раменния пояс също са високи (ICC между 0.850 и 0.966). Съгласуваността между  $F_{\text{peak}}$  и  $F_{\text{max}}$  не е задоволителна. Тези променливи се различават значително ( $p = 0.035$ ) в тестовете за сгъвачи на пръстите, а стойността на ICC е умерено висока (0.605) при тестовете за раменен пояс. Повечето от силовите и времевите показатели на раменния пояс имат умерена или ниска надеждност.  $F_{\text{max/kg}}$  и  $T_{50\%BW}$  на сгъвачите на пръстите и на раменния пояс значително корелират ( $p < 0.05$ ) с постижението в катеренето (съответно:  $R = 0.805$ ,  $R = 0.653$  и  $R = -0.703$ ), докато това не е така при силовите и времевите показатели на раменния пояс.  $T_{50\%BW}$  е най-надеждният и валиден силов и времеви показател при напреднали катерачи. RFD показателите са надеждни, но мускулната сила изглежда по-важна от RFD при напреднали катерачи.

2. Andersen V, Hermans E, Vereide V, Stien N, Paulsen G, Baláš J, Michailov ML, Pedersen H, Saeterbakken AH. **Comparison of finger flexor resistance training, with and without blood flow restriction, on perceptual and physiological responses in advanced climbers.** Sci Rep. 2023 Feb 25;13(1):3287. doi: 10.1038/s41598-023-30499-x. PMID: 36841900; PMCID: PMC9968301.

This study compared perceptual and physiological responses of finger flexor exercise performed with free flow and blood flow restriction (BFR). Thirteen male advanced climbers completed three sessions of finger flexor resistance exercise at (1) 40% of MVC (Low) and (2) 75% of MVC (High) and (3) BFR at 40% of MVC (Low + BFR) in a randomized and counterbalanced order. Rate of perceived exertion for effort (RPE) and discomfort (RPD), session pleasure/displeasure (sPDF), exercise enjoyment (EES), lactate concentration and oxygen saturation were recorded after the last set. Both low-intensity sessions induced higher RPD than High ( $p = 0.018$ – $0.022$ ,  $ES = 1.01$ – $1.09$ ) and High was perceived as more enjoyable than Low-BFR ( $p = 0.031$ ,  $ES = 1.08$ ). No differences were found for RPE or sPDF ( $p = 0.132$ – $0.804$ ). Lactate was elevated more after High than the Low-sessions ( $p < 0.001$ ,  $ES = 1.88$ – $2.08$ ). Capillary oxygen saturation was lower after Low + BFR compared to the other sessions ( $p = 0.031$ ,  $ES = 1.04$ – $1.27$ ). Finally, the exercise volume was greater in Low compared to High ( $p = 0.022$ ,  $ES = 1.14$ ) and Low + BFR ( $p = 0.020$ ,  $ES = 0.77$ ). In conclusion, among advanced male climbers, performing Low + BFR led to a similar exercise volume but was perceived as more discomforting and less enjoyable compared to High. The Low session yielded similar responses as the Low + BFR but required a much greater exercise volume.

Andersen V, Hermans E, Vereide V, Stien N, Paulsen G, Baláš J, Michailov ML, Pedersen H, Saeterbakken AH. **Сравнение на силовите тренировки за сгъвачите на пръстите със и без рестрикция на кръвообращението, върху възприятията и физиологичните реакции при напреднали катерачи.** Sci Rep. 2023 Feb 25;13(1):3287. doi: 10.1038/s41598-023-30499-x. PMID: 36841900; PMCID: PMC9968301.

Това изследване сравнява възприятията и физиологичните реакции по време на упражнения за сгъвачи на пръстите, извършвани при нормален и ограничен кръвоток (BFR). Тринадесет мъже напреднали катерачи изпълниха три серии на силово

упражнение за сгъвачите на пръстите при интензивност (1) 40% от MVC (ниска), (2) 75% от MVC (висока) и (3) BFR при 40% от MVC (ниска + BFR) в произволен и балансиран ред. Степента на възприеманото усилие (RPE) и дискомфорт (RPD), удоволствие/неудоволствие от серията (sPDF), наслада от упражненията (EES), концентрация на лактат и сатурацията на кислорода бяха записани след последната серия. И двете серии с ниска интензивност предизвикаха по-висок RPD от High ( $p = 0.018-0.022$ ,  $ES = 1.01-1.09$ ) и High се възприемат като по-приятни от Low-BFR ( $p = 0.031$ ,  $ES = 1.08$ ). Не са открити разлики за RPE или sPDF ( $p = 0.132-0.804$ ). Лактатът беше повишен повече след High отколкото след Low сериите ( $p < 0.001$ ,  $ES = 1.88-2.08$ ). Капилярната сатурация на кислорода е по-ниска след Low + BFR в сравнение с другите сесии ( $p = 0.031$ ,  $ES = 1.04-1.27$ ). И накрая, обемът на натоварването е по-голям при Low отколкото при High ( $p = 0.022$ ,  $ES = 1.14$ ) и Low + BFR ( $p = 0.020$ ,  $ES = 0.77$ ). В заключение: сред напреднали мъже катерачи изпълнението на Low + BFR води до подобен обем на натоварването, но се възприема като по-дискомфортно и по-малко приятно в сравнение с High. Low сесията предизвиква подобни реакции като Low + BFR, но изисква много по-голям обем на натоварването.

3. Andersen V, Baláš J, Michailov ML, Saeterbakken AH. **Editorial: Training and testing in climbing.** *Frontiers in Sports and Active Living* 2022; Aug 17;4:1006035; <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1006035>

Climbing is often introduced as a naturally activity in childhood and to some extent follow us throughout the lifespan. For some climbing becomes more time consuming either as a hobby or a sport. Climbing has grown in popularity in the recent decades (Stien et al., 2022) and the popularity will probably continue to grow as climbing has been enrolled in the Olympics Games. Importantly, climbing is a relatively young area of research, and the evidence-based knowledge is limited. Performance in climbing is affected by multiple physiological, psychological, and technical factors (Vigouroux and Quaine, 2006; Baláš et al., 2012; Philippe et al., 2012). To develop reliable tests, improve performance, and avoid injuries in climbing, several gaps of knowledge need to be filled. Therefore, the Research Topic “Training and testing in climbing” aimed to increase the scientific knowledge of climbing related to testing and training. Forty-eight authors originating from Europe and North America have contributed to the 13 manuscripts being published in this Research Topic. The study design includes one mini-review, eight cross-sectional studies, two randomized control trials (RCT), one longitudinal follow-up, and one case study. These studies provide new knowledge to different fields (i.e., training methodology, physiology, psychology, and medicine). Thus, the Research Topic's interdisciplinary evidence has several applications: (a) increasing the informativeness of tests for assessing and monitoring climbing-specific fitness; (b) optimization climbing-specific training; (c) development of new training methods based on the physiological functions as well as motor and mental abilities that most strongly determine climbing performance.

Andersen V, Baláš J, Michailov ML, Saeterbakken AH. **Редакционен: Тренировка и тестване в катеренето.** *Frontiers in Sports and Active Living* 2022; Aug 17;4:1006035; <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1006035>

Катеренето често се представя като естествена дейност в детството, която до известна степен ни следва и през целия живот. Някои отделят повече време на катеренето. То за тях е хоби или спорт. Катеренето става популярно през последните десетилетия (Stien et al., 2022) и тази популярност вероятно ще продължи да расте, тъй като катеренето е включено в Олимпийските игри. Важно е, че катеренето е сравнително млада област на изследване и базираните на доказателства знания са ограничени. Спортното постижение в катеренето се влияе от множество физиологични, психологически и технически фактори (Vigouroux и Quaine, 2006; Baláš et al., 2012; Philippe et al., 2012). За да се разработят надеждни тестове, да се подобри представянето и да се избегнат наранявания при катерене, трябва да се запълнят няколко пропуски в наличните знания. Ето защо изследователската тема „Тренировка и тестване в катеренето“ има за цел да увеличи научните познания за катеренето, свързани с тестовете и тренировката. Четиридесет и осем автори с произход от Европа и Северна Америка са допринесли за 13-те статии, публикувани в този специален брой. Дизайнът на проучването включва един мини-преглед, осем дескриптивни проучвания, две рандомизирани изследвания на ефекта интервенции, едно лонгитудинално проследяване и един казус. Тези изследвания предоставят нови знания в различни области (т.е. методология на тренировката, физиология, психология и медицина). По този начин, интердисциплинарите доказателства по изследователската тема имат няколко приложения: (а) повишаване на информативността на тестовете за оценка и мониторинг на специфичната физическа годност на катерачите; (б) оптимизиране на тренировката в катеренето; (в) разработване на нови тренировъчни методи, базирани на физиологичните функции, както и двигателните и психическите способности, които най-силно определят представянето в катеренето.

4. Maciejczyk M, Bawelski M, Więcek M, Szygula Z, Michailov ML, Vadašová B, Kačúr P, Pałka T. **Acute Effects of Whole-Body Vibration on Resting Metabolic Rate and Substrate Utilisation in Healthy Women.** *Biology* 2022; Apr 24;11(5):655; <https://doi.org/10.3390/biology11050655>

The aim of the study was to determine the acute effects of single-whole-body vibration (WBV) on resting metabolic rate (RMR) and carbohydrate–lipid profile of blood in young, healthy women. The participants, in a randomised controlled crossover study, participated in two trials: WBV and a vibration simulation (placebo). The WBV was performed in the prone position and cycloidal-oscillatory vibration was used. The RMR measurement (calorimetry) was performed: before the WBV, during WBV, immediately after the completion of WBV, and 1 h after the completion of WBV. For biochemical analyses, venous blood was collected. During WBV, there was a significant increase in RMR compared to baseline. Immediately after and 1 h following the end of the WBV, RMR was close to baseline levels ( $p > 0.05$ ). The increased energy expenditure resulted from the increased utilisation of carbohydrates and proteins during the vibration. In the placebo condition, there were no significant changes over time in the level

of the studied indices during calorimetry. The WBV had no significant effects on the level of glucose in the blood. The applied vibration did not significantly affect the concentration of the analysed lipid indices, which were within the physiological norms for all measurements. Results indicate the need for further research to establish the physiological mechanisms underlying the observed effects of WBV on resting metabolic rate.

Maciejczyk M, Bawelski M, Więcek M, Szygula Z, Michailov ML, Vadašová B, Kačúr P, Pałka T. **Остри ефекти от вибрациите на цялото тяло върху скоростта на метаболизма в покой и използването на субстрата при здрави жени.** Biology 2022; Apr 24;11(5):655; <https://doi.org/10.3390/biology11050655>

Целта на изследването беше да се определят срочните ефекти от еднократно въздействие с вибрация на цялото тяло (WBV) върху скоростта на метаболизма в покой (RMR) и въглехидратно-липидния профил на кръвта при млади, жени в добро здраве. Участниците в рандомизираното контролирано кръстосано изследване участваха в две измервания: WBV и симулация на вибрации (плацебо). WBV се извърши в легнало положение, използвайки циклоидно-осцилаторна вибрация. Измерването на RMR (калориметрия) се извърши: преди WBV, по време на WBV, веднага след завършване на WBV и 1 час след завършване на WBV. За биохимичния анализ бе взета венозна кръв. По време на WBV имаше значително увеличение на RMR в сравнение с изходното ниво. RMR беше близо до изходните нива ( $p > 0,05$ ) непосредствено след края на WBV и 1 час след това. Увеличеният разход на енергия е резултат от повишената утилизация на въглехидрати и протеини по време на вибрацията. В условията на плацебо няма значителни промени в изследваните показатели в хода на времето. WBV няма значителен ефект върху нивото на глюкозата в кръвта. Приложената вибрация не повлиява значително концентрацията на анализирани липидни показатели, които са в рамките на физиологичните норми при всички измервания. Резултатите показват необходимостта от по-нататъшни изследвания за установяване на физиологичните механизми, лежащи в основата на наблюдаваните ефекти на WBV върху скоростта на метаболизма в покой.

5. Maciejczyk M, Michailov M, Więcek M, Szymura J, Rokowski R, Szygula Z, Beneke R. **Climbing specific exercise tests: energy system contributions and relationships with sport performance.** PMID: 35140627; PMCID: PMC8819085. Frontiers in Physiology 2022 Jan 24; 12:787902. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.787902>

**Purpose:** The aim of the study was to evaluate distinct performance indicators and energy system contributions in 3 different, new sport-specific finger flexor muscle exercise tests.

**Methods:** The tests included the maximal strength test, the all-out test (30 s) as well as the continuous and intermittent muscle endurance test at an intensity equaling 60% of maximal force, which were performed until target force could not be maintained. Gas exchange and blood lactate were measured in 13 experienced climbers during, as well as pre and post the test. The energy contribution (anaerobic alactic, anaerobic lactic, and aerobic) was determined for each test.

**Results:** The contribution of aerobic metabolism was highest during the intermittent test ( $59.9 \pm 12.0\%$ ). During continuous exercise, this was  $28.1 \pm 15.6\%$ , and in the all-out test, this was  $19.4 \pm 8.1\%$ . The contribution of anaerobic alactic energy was  $27.2 \pm 10.0\%$  (intermittent),  $54.2 \pm 18.3\%$  (continuous) and  $62.4 \pm 11.3\%$  (all-out), while anaerobic lactic contribution equalled  $12.9 \pm 6.4$ ,  $17.7 \pm 8.9$  and  $18.2 \pm 9.9\%$ , respectively.

**Conclusions:** The combined analysis of performance predictors and metabolic profiles of the climbing test battery indicated that not only maximal grip force, but also all-out isometric contractions are equally decisive physical performance indices of climbing performance. Maximal grip force reflects maximal anaerobic power, while allout average force and force time integral of constant isometric contraction at 60% of maximal force are functional measures of anaerobic capacity. Aerobic energy demand for the intermittent exercise is dominated aerobic re-phosphorylation of high-energy phosphates. The force-time integral from the intermittent test was not decisive for climbing performance.

Maciejczyk M, Michailov M, Więcek M, Szymura J, Rokowski R, Szygula Z, Beneke R. Специфични катерачни двигателни тестове: дялове на енергетичните системи и връзки със спортното постижение. PMID: 35140627; PMCID: PMC8819085. *Frontiers in Physiology* 2022 Jan 24; 12:787902. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.787902>

**Цел:** да се оценят отделни показатели на работоспособността и дяловете на енергетичните системи в 3 нови специфични за катеренето тестове за натоварване на мускулите сгъвачи на пръстите.

**Методи:** включени бяха тест за максимална сила, тест с максимално усилие през цялото време (30 s), както и непрекъснат и интермитентен тест за мускулна издръжливост при интензивност, равняваща се на 60% от максималната сила. Непрекъснати и интермитентни тест се изпълняват до невъзможност за поддържане на целевата сила. Газообменът и кръвният лактат бяха измерени при 13 опитни катерачи по време, както и преди и след тестовете. Определени са енергийните дялове (анаеробен алактатен, анаеробен лактатен и аеробен) във всеки тест.

**Резултати:** дялът на аеробния метаболизъм е най-висок по време на интермитентния тест ( $59.9 \pm 12.0\%$ ). По време на непрекъснатото натоварване той е  $28.1 \pm 15.6\%$ , а в максималния тест е  $19.4 \pm 8.1\%$ . Приносът на анаеробната алактатна енергия е  $27.2 \pm 10.0\%$  (интермитентен),  $54.2 \pm 18.3\%$  (непрекъснат) и  $62.4 \pm 11.3\%$  (максимален), докато анаеробният лактатен дял се равнява съответно на:  $12.9 \pm 6.4$ ,  $17.7 \pm 8.9$  и  $18.2 \pm 9.9\%$ .

**Заклучение:** комбинираният анализ на факторите на спортното постижение и метаболитните профили на тестовата батерия за катерачи показва, че не само максималната сила на хватата, но и че максималните изометрични контракции са еднакво решаващи показатели на физическата работоспособност в катеренето. Максималната сила на хватата отразява максималната анаеробна мощ, докато средна сила от максималния тест и импулсът на силата от константна изометрична контракция при 60% от максималната сила са функционални измерители на анаеробния капацитет. Аеробното потребление на енергия по време на интермитентни усилия представлява предимно аеробно рефосфорилиране на високоенергийни фосфати. Импулсът на силата от интермитентния тест не беше решаващ за спортното постижение в катеренето.



6. Rokowski R, Michailov M, Maciejczyk M, Więcek M, Szymura J, Draga P, Trendafilov P, Szygula Z. **Muscle strength and endurance in high-level rock climbers**. Sports Biomech. 2021 May 3; Online ahead of print. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1916577>

The relative importance of key performance factors is poorly studied in high-level climbers. This study aimed to (1) determine the role of forearm muscle strength and endurance in high-level rock climbing, (2) and provide suitable dynamometric test parameters for muscle endurance assessment in high-level climbers. Six higher elite (redpoint Fr.9a) and eight elite/advanced (redpoint Fr.8a+) climbers performed one finger flexor maximal strength test and three finger endurance tests: a 30 s all-out test and a continuous and intermittent test at 60% of maximal voluntary contraction. Higher elite climbers had higher ( $p < 0.05$ ) maximal strength, all-out test average force and continuous test force-time integral (all relative to body mass) than the elite/advanced climbers. These parameters correlated significantly ( $p < 0.05$ ) with climbing performance, which has not been observed so far for continuous test scores. Unlike in previous research, intermittent test force-time integral neither distinguished climbing ability groups nor correlated significantly with climbing performance. Nevertheless, regression models comprising of intermittent and maximal strength test scores more strongly determined climbing performance than models including continuous or all-out test scores. Intermittent muscle endurance is among the performance factors in difficult rock climbing but appears to be less important than maintaining high forces during sustained muscle contractions.

Rokowski R, Michailov M, Maciejczyk M, Więcek M, Szymura J, Draga P, Trendafilov P, Szygula Z. **Мускулна сила и издръжливост при висококвалифицирани скални катерачи**. Sports Biomech. 2021 May 3; Online ahead of print. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1916577>

Относителното значение на главните фактори на спортното постижение е слабо проучено при висококвалифицирани катерачи на високо ниво. Това проучване има за цел (1) да определи ролята на силата и издръжливостта на мускулите на предмишницата в скално катерене на високо ниво, (2) да осигури подходящи динамометрични параметри от тестове за оценка на мускулната издръжливост при катерачи на високо ниво. Шест елитни (redpoint Fr.9a) и осем елитни/напреднали (redpoint Fr.8a+) катерачи изпълняват един тест за максимална сила и три теста за издръжливост на сгъвачите на пръстите: 30 секунден максимален тест и непрекъснат и интермитентен тест при интензивност 60% от максималната волева контракция. Елитните катерачи имат по-високи ( $p < 0.05$ ) максимална сила, средна сила при 30-секундния тест и импулс на силата при непрекъснатия тест (всички показатели са отнесени към телесната маса) от елитните/напреднали катерачи. Тези параметри корелират значително ( $p < 0.05$ ) с представянето на катерене, което не е наблюдавано досега при резултати от непрекъснати тестове. За разлика от предишни изследвания, импулсът на силата при интермитентния тест нито разграничава двете катерачите с различна квалификация, нито корелира значително със спортното постижение в катеренето. Независимо от това, регресионните модели, включващи резултати от интермитентния тест теста за максимална сила, определят по-силно представянето при катерене, отколкото моделите, включващи резултати от непрекъснатия и максималния 30-секунден тест. Интермитентната мускулна издръжливост е сред факторите на спортното постижение



по време на трудно скално катерене, но изглежда по-малко важна от поддържането на високи стойности на силата при продължителни мускулни контракции.

7. Michailov ML, Baláš J, Tanev SK, Andonov HS, Kodejška J, Brown L. **Reliability and Validity of Finger Strength and Endurance Measurements in Rock Climbing.** Res Q Exerc Sport. 2018 Jun; 89(2):246-254.

**Purpose:** An advanced system for the assessment of climbing-specific performance was developed and used to: (a) investigate the effect of arm fixation (AF) on construct validity evidence and reliability of climbing-specific finger-strength measurement; (b) assess reliability of finger-strength and endurance measurements; and (c) evaluate the relationship between finger flexor all-out test scores and climbing ability.

**Methods:** To determine the effect of AF, 22 male climbers performed 2 maximal strength and all-out tests with AF (shoulder and elbow flexed at 90°) and without AF (shoulder flexed at 180° and elbow fully extended). To determine reliability, 9 male climbers completed 2 maximal strength tests with and without AF and an all-out and intermittent test without AF.

**Results:** The maximal strength test without AF more strongly determined climbing ability than the test with AF ( $r^2 = .48$  and  $r^2 = .42$  for sport climbing;  $r^2 = .66$  and  $r^2 = .42$  for bouldering, respectively). Force and time variables were highly reliable; the rate of force development and fatigue index had moderate and low reliability. The maximal strength test with AF provided slightly higher reliability than without AF (intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.94, ICC = 0.88, respectively). However, smaller maximal forces were achieved during AF ( $484 \pm 112$  N) than without AF ( $546 \pm 132$  N). All-out test average force had sufficiently high reliability (ICC = 0.92) and a relationship to sport climbing ( $r^2 = .42$ ) and bouldering ability ( $r^2 = .58$ ).

**Conclusion:** Finger strength and endurance measurements provided sufficient construct validity evidence and high reliability for time and force parameters. Arm fixation provides more reliable results; however, the position without AF is recommended as it is more related to climbing ability.

Michailov ML, Baláš J, Tanev SK, Andonov HS, Kodejška J, Brown L. **Надеждност и валидност на измервания на силата и издръжливостта на пръстите в скално катерене.** Res Q Exerc Sport. 2018 Jun; 89(2):246-254.

**Цел:** Разработена и приложена е усъвършенствана система за оценка на специфичната за катеренето работоспособност с цел: (a) изследване на ефекта от фиксацията на горния крайник (AF) върху конструктивната валидност и надеждността на специфичното в катеренето измерване на силата на пръстите; б) установяване на надеждността на измерванията на силата и издръжливостта на пръстите; и (c) установяване на зависимостите между резултатите от максимален 30-секунден тест за сгъвачите на пръстите и спортното постижение в катеренето.

**Методи:** За да се определи ефекта от AF, 22 мъже катерачи изпълниха два теста за максимална сила и два 30-секундни теста с AF (рамо и лакът в 90° флексия) и без AF (рамо в 180° флексия и лакът в пълна екстензия). За да се определи надеждността, 9

мъже катерачи завършиха 2 теста за максимална сила със и без АФ и по два 30-секундни и интермитентни теста без АФ.

**Резултати:** Тестът за максимална сила без АФ предопределя по-силно спортното постижение, отколкото тестът с АФ (съответно  $r^2 = 0.48$  и  $r^2 = 0.42$  за спортно катерене;  $r^2 = 0.66$  и  $r^2 = 0.42$  за боулдър). Силовите и времевите променливи са с висока надеждност; темпът на развитие на силата и индексът на умора имат умерена и ниска надеждност. Тестът за максимална сила с АФ осигурява малко по-висока надеждност, отколкото без АФ (вътрешнокласов корелационен коефициент [ICC] = 0.94, ICC = 0.88, съответно). Въпреки това по-малки максимални сили са постигнати при АФ ( $484 \pm 112$  N), отколкото без АФ ( $546 \pm 132$  N). Средната сила при 30-секундния тест имаше достатъчно висока надеждност (ICC = 0.92) и връзка със спортните постижения в спортното катерене ( $r^2 = 0.42$ ) и боулдъра ( $r^2 = 0.58$ ).

**Заклучение:** Измерванията на силата и издръжливостта на сгъвачите на пръстите предоставят достатъчно сведения за конструктивна валидност и висока надеждност за параметрите силовите и времевите параметри. Фиксацията на горния крайник осигурява по-надеждни резултати. Въпреки това позицията без фиксация се препоръчва, тъй като е по-силно свързана със спортното постижение в катеренето.

8. Michailov M, Rokowski R, Ręgwelski T, Staszkiwicz R, Szygula Z, Brown L. **Physiological Responses During Two Climbing Tests With Different Hold Types**. International Journal of Sports Science & Coaching 2017; 12(2): 276–283.

The purpose of this study was to investigate physiological responses to climbing with different hold types. Eight elite climbers (red-point achievements 8a – 9a, French grades) performed two climbing tests to failure which were steady in pace and uniform in wall inclination, distances between holds and hold deepness. Only the hold contact surface inclination was different. Duration of test 1 ( $111 \pm 54$  s) was significantly ( $P = 0.005$ ) less than test 2 ( $255 \pm 127$  s), but peak and average oxygen uptake ( $\dot{V}O_2$ ), heart rate (HR) and post-climbing lactate concentrations were not different ( $P > 0.05$ ). Nevertheless, hold type had a greater impact on peak compared to average  $\dot{V}O_2$  and HR. Peak  $\dot{V}O_2$  and HR in test 1 and 2 were  $34.1 \pm 4.8$  versus  $37 \pm 2.1$  ml/min/kg and  $166 \pm 16$  versus  $171 \pm 13$  bpm, respectively. Average  $\dot{V}O_2$  and HR were  $28.2 \pm 2.7$  versus  $29.2 \pm 2.1$  ml/min/kg and  $154 \pm 15$  versus  $156 \pm 14$  bpm. Duration of test 1 and percent lactate clearance were significantly correlated with red-point achievement ( $r = 0.94$ ,  $P = 0.001$  and  $r = 0.75$ ,  $P = 0.033$ , respectively). Peak  $\dot{V}O_2$  was significantly correlated with duration of test 1 ( $r = 0.80$ ,  $P = 0.017$ ) and average  $\dot{V}O_2$  was significantly correlated with duration of test 2 ( $r = 0.85$ ,  $P = 0.008$ ). Different climbing hold types had no influence on either average or maximal  $\dot{V}O_2$  and HR or on post-climbing lactate. Therefore, these variables could be used for performance evaluation but not as intensity indicators during training for sport climbing.

Michailov M, Rokowski R, Ręgwelski T, Staszkiwicz R, Szygula Z, Brown L. **Физиологични реакции по време на два теста за катерене с различни видове хватки**. International Journal of Sports Science & Coaching 2017; 12(2): 276–283.

Целта на това проучване беше да се изследват физиологичните реакции при катерене, използвайки различни видове хватки. Осем елитни катерачи (redpoint 8a – 9a, френска категоризация) изпълниха две катерачни теста до отказ, които бяха със равномерно темпото и еднакви по наклон на стената, разстоянията между хватките и дълбочината на хватата. Единствено наклонът на контактната повърхност на хватките беше различен. Продължителността на тест 1 ( $111 \pm 54$  s) е значително ( $P = 0.005$ ) по-малка от тест 2 ( $255 \pm 127$  s), но пиковото и средно потребление на кислород ( $\dot{V}O_2$ ), сърдечната честота (HR) и концентрациите на лактат след катерене не се различават ( $P > 0.05$ ). Независимо от това типът хватки има по-голямо влияние върху пика в сравнение със средните  $\dot{V}O_2$  и HR. Пиковите  $\dot{V}O_2$  и HR в тест 1 и 2 са съответно:  $34.1 \pm 4.8$  спрямо  $37 \pm 2.1$  ml/min/kg и  $166 \pm 16$  спрямо  $171 \pm 13$  bpm. Средните  $\dot{V}O_2$  и HR бяха  $28.2 \pm 2.7$  спрямо  $29.2 \pm 2.1$  ml/min/kg и  $154 \pm 15$  спрямо  $156 \pm 14$  bpm. Продължителността на тест 1 и процентът на елиминацията на лактата достоверно корелират с redpoint постижението (съответно:  $r = 0.94$ ,  $P = 0.001$  и  $r = 0.75$ ,  $P = 0.033$ ). Пиковата стойност на  $\dot{V}O_2$  корелира достоверно с продължителността на тест 1 ( $r = 0.80$ ,  $P = 0.017$ ), а средната  $\dot{V}O_2$  стойност корелира достоверно с продължителността на тест 2 ( $r = 0.85$ ,  $P = 0.008$ ). Различният тип катерачни хватки не оказват влияние върху средните или максимални  $\dot{V}O_2$  и HR или върху лактата след катерене. Следователно, тези променливи могат да се използват за оценка на работоспособността, но не и като индикатори за интензивност по време на тренировка за спортно катерене.

9. Baláš J, Michailov ML, Giles D, Kodejška J, Panáčková M, Fryer F. **Active recovery of the finger flexors enhances intermittent handgrip performance in rock climbers**. EJSS 2016; 16(7):764-772.

This study aimed to (1) evaluate the effect of hand shaking during recovery phases of intermittent testing on the time-force characteristics of performance and muscle oxygenation, and (2) assess inter-individual variability in the time to achieve the target force during intermittent testing in rock climbers. Twenty-two participants undertook three finger flexor endurance tests at 60% of their maximal voluntary contraction until failure. Performances of a sustained contraction and two intermittent contractions, each with different recovery strategies, were analysed by time-force parameters and near-infrared spectroscopy. Recovery with shaking of the forearm beside the body led to a significantly greater intermittent test time ( $\uparrow 22\%$ ,  $P < .05$ ), force-time integral ( $\uparrow 28\%$ ,  $P < .05$ ) and faster muscle re-oxygenation ( $\uparrow 32\%$ ,  $P < .05$ ), when compared to the hand over hold condition. Further, the ratio of intermittent to continuous test time distinguished specific aerobic muscular adaptations among sport climbers (2.02), boulderers (1.74) and lower grade climbers (1.25). Lower grade climbers and boulderers produced shorter duration contractions due to the slower development of target force during the intermittent test, indicating worse kinaesthetic differentiation. Both the type of recovery and climbing discipline determined muscle re-oxygenation and intermittent performance in rock climbers.

Baláš J, Michailov ML, Giles D, Kodejška J, Panáčková M, Fryer F. **Активното възстановяване на сгъвачите на пръстите подобрява интермитентната издръжливост на хватата при катерачи.** EJSS 2016; 16(7):764-772.

Това проучване имаше за цел (1) да установи ефекта от разклащането на ръката по време на фазите на възстановяване на интермитентен тест върху времевите и силовите характеристики на работоспособността и мускулната оксигенация и (2) да определи междуиндивидуалната вариабилност на времето за достигане на целевата сила при изпълнението на интермитентен тест за катерачи. Двадесет и двама участници изпълниха до отказ три теста за издръжливост на сгъвачите на пръстите при интензивност 60% от максималната волева контракция. Чрез времеви и силови параметри и спектроскопия на близкия спектър на инфрачервената светлина са анализирани постиженията по време на непрекъснато усилие и на две интермитентни натоварвания. Възстановяването с разклащане на предмишницата до тялото доведе до значително по-голямо време на интермитентния тест ( $\uparrow 22\%$ ,  $P < .05$ ), импулс на силата ( $\uparrow 28\%$ ,  $P < .05$ ) и по-бърза мускулна реоксигенация ( $\uparrow 32\%$ ,  $P < 0,05$ ), в сравнение с условието за задържане на ръката върху хватката. Освен това, съотношението на времената на интермитентния и непрекъснатия тест разграничава специфичните аеробни адаптационни промени в мускулите при спортни катерачи (2.02), боулдъристи (1.74) и катерачи на по-ниско ниво (1.25). Катерачите на по-ниско ниво и боулдъристите извършват контракции с по-кратка продължителност поради по-бавното развитие на целевата сила по време на интермитентния тест, което показва по-лошо ниво на кинестетична диференциация. Както типът възстановяване, така и дисциплината на катерене детерминират мускулната реоксигенация и представянето в интермитентния тест при катерачи.

10. Michailov ML, Morrison A, Ketenliev MM, Pentcheva BP. **A Sport-Specific Upper-Body Ergometer Test for Evaluating Submaximal and Maximal Parameters in Elite Rock Climbers.** Int J Sports Physiol Perform. 2015;10(3):374–380.

Traditional treadmill or bicycle ergometry neglects the upper-body musculature that predominantly limits or terminates rock-climbing performance (ie, the inability to continually pull up one's body mass or "hang on").

**Purpose:** To develop an incremental maximal upper-body ergometer test (UBT) to evaluate climbers' aerobic fitness and sport-specific work capacity and to compare these results with a traditional treadmill protocol.

**Methods:** Eleven elite sport climbers (best redpoint grade Fr.8b) performed a UBT on a vertically mounted rowing ergometer and, on a separate occasion, performed a maximal incremental treadmill test (TMT). Cardiorespiratory parameters were measured continuously. Lactate (La) samples were collected.

**Results:** Peak oxygen consumption ( $VO_{2peak}$ ) and heart rate in UBT and TMT were  $34.1 \pm 4.1$  vs  $58.3 \pm 2.6$  mL  $\cdot$  min<sup>-1</sup>  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> and  $185 \pm 8$  vs  $197 \pm 8$  beats/min, respectively, and both variables were of significantly lower magnitude during UBT ( $P < .001$ ). End-of-test La levels for UBT ( $11.9 \pm 1.7$  mmol/L) and TMT ( $12.3 \pm 2.5$  mmol/L) were similar ( $P = .554$ ). Treadmill

VO<sub>2peak</sub> was not correlated with either upper-body (UB) VO<sub>2peak</sub> ( $P = .854$ ) or redpoint and on-sight climbing grade ability ( $P > .05$ ). UB VO<sub>2peak</sub> and peak power output per kg body mass were both strongly correlated ( $P < .05$ ) with climbing grade ability. The highest correlation coefficient was calculated between current on-sight grade and UB VO<sub>2peak</sub> ( $r = .85$ ,  $P = .001$ ).

**Conclusion:** UBT aerobic- and work-capacity results were strongly correlated to climbing-performance variables and reflected sport-specific fatigue, and TMT results were not. UBT is preferred to TMT to test and monitor dedicated and elite rock climbers' training status.

Michailov ML, Morrison A, Ketenliev MM, Pentcheva BP. **Специфичен ергометричен тест за горната част на тялото за оценка на субмаксимални и максимални параметри при елитни катерачи.** Int J Sports Physiol Perform. 2015;10(3):374–380.

Традиционната ергометрия на третбан или велоергометър пренебрегва мускулатурата на горната част на тялото, която в най-голяма степен ограничава или прекратява дейността по време на скално катерене (т.е. неспособността продължително време да се издърпва собственото тегло или да се поддържа хватата).

**Цел:** Да се разработи максимален стъпаловиден ергометричен тест за горната част на тялото (UBT) за да се оценят специфичните аеробни възможности и работоспособност на катерачите и да се сравнят тези резултати с традиционен протокол на третбан.

**Методи:** Единадесет елитни спортни катерачи (най-добър redpoint Fr.8b) изпълниха UBT на вертикално монтиран гребен ергометър, а отделно изпълниха и максимален стъпаловиден тест на третбан (TMT). Кардио-респираторните параметри се измерваха непрекъснато. Събрани са и лактатни проби (La).

**Резултати:** Пиковата кислородна консумация (VO<sub>2peak</sub>) и сърдечната честота при UBT и TMT бяха съответно  $34.1 \pm 4.1$  спрямо  $58.3 \pm 2.6 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  и  $185 \pm 8$  спрямо  $197 \pm 8$  удара/min, като и двете променливи бяха със значително по-ниска величина по време на UBT ( $P < .001$ ). Нивата La в края на UBT ( $11.9 \pm 1.7 \text{ mmol/L}$ ) и TMT ( $12.3 \pm 2.5 \text{ mmol/L}$ ) са сходни ( $P = .554$ ). VO<sub>2peak</sub> от теста на третбан не корелира нито с VO<sub>2peak</sub> на горната част на тялото (UB) ( $P = .854$ ), нито с redpoint и onsight постиженията в катеренето ( $P > .05$ ). UB VO<sub>2peak</sub> и пиковата мощност, отнесена към телесната маса корелират силно ( $P < .05$ ) със постиженията в катеренето. Най-високият коефициент на корелация е между текущото onsight постижение и UB VO<sub>2peak</sub> ( $r = .85$ ,  $P = .001$ ).

**Заклучение:** Резултатите от UBT за аеробен капацитет и работоспособност са силно свързани с показателите на постижението в катеренето и отразяват специфичната за този спорт умора, докато това не се отнася до резултатите от TMT. UBT е за предпочитане пред TMT за оценяване и проследяване на тренираността на отдадени и елитни катерачи.

11. Michailov M, Lambreva S, Deneva D, Andonov H. **Importance of elbow flexor muscle strength and endurance in sport climbing**. Journal of Applied Sports Sciences 2017; 1: 3-12.

The muscles that exert most during sport climbing are the finger flexors followed by elbow flexors (EF). Nevertheless, climbers' EF strength and endurance were not tested in an isolated manner and EF endurance was not assessed at different relative intensities. Purpose: To determine the importance of EF maximal strength and endurance in sport climbing. Methods: Nine male sport climbers and a control group of seven male sport students performed an EF maximal strength (MS) test and four EF endurance tests representing isometric muscle contractions at 90%, 70%, 50% and 30% of the maximal voluntary contraction (MVC). Results: Sport climbers sustained longer than the controls at 70% ( $39 \pm 11$  versus  $28 \pm 7$  s;  $p=0.044$ ,  $\eta^2=0.259$ ) and 50% MVC ( $57 \pm 10$  versus  $48 \pm 6$  s;  $p=0.050$ ,  $\eta^2=0.248$ ). The highest effect size was estimated for the force-time integral related to body mass at 70% MVC ( $107 \pm 27$  versus  $75 \pm 18$  N.s/kg;  $p=0.018$ ,  $\eta^2=0.338$ ). The two groups did not differ in MS ( $313 \pm 52$  versus  $338 \pm 55$  N;  $p=0.372$ ) or MS related to body mass ( $4.6 \pm 0.6$  versus  $4.2 \pm 0.8$  N/kg;  $p=0.623$ ). Climbing ability significantly correlated only with MS related to body mass. The relationship between MS related to body mass and onsight ability was strong ( $r=0.806$ ,  $p=0.016$ ). Conclusion: EF strength and endurance appear to be key performance factors in sport climbing. Sport climbing demands a high level of EF endurance during muscle contractions of high intensity. An excessive increase of EF endurance would not necessary lead to a significant improvement in climbing ability. However, higher climbing ability demands increased EF maximal strength.

Michailov M, Lambreva S, Deneva D, Andonov H. **Значение на силата и издръжливостта на мускулите сгъвачи в лакътна става в спортното катерене**. Journal of Applied Sports Sciences 2017; 1: 3-12.

Мускулите, които се напрягат най-много по време на спортно катерене са сгъвачите на пръстите, следвани от сгъвачите в лакътна става (EF). Независимо от това силата и издръжливостта на EF при катерачи не са измервани по изолиран начин и издръжливостта на EF не е оценявана при различна относителна интензивност. Цел: Да се определи значението на максималната сила и издръжливостта на EF в спортното катерене. Методи: Девет спортни катерачи (мъже) и контролна група от седем студенти по спорт (мъже) изпълниха тест за максимална сила (MS) на EF и четири теста за издръжливост на EF, представляващи изометрични мускулни контракции при 90%, 70%, 50% и 30% от максималната волева контракция (MVC). Резултати: Спортните катерачи, издържат по-дълго от контролната група при 70% ( $39 \pm 11$  срещу  $28 \pm 7$  s;  $p=0.044$ ,  $\eta^2=0.259$ ) и 50% MVC ( $57 \pm 10$  срещу  $48 \pm 6$  s;  $p=0.050$ ,  $\eta^2=0.248$ ). Най-големият размер на ефекта е установен за импулс на силата, отнесена към телесната маса при 70% MVC ( $107 \pm 27$  спрямо  $75 \pm 18$  N.s/kg;  $p=0.018$ ,  $\eta^2=0.338$ ). Двете групи не се различават по MS ( $313 \pm 52$  спрямо  $338 \pm 55$  N;  $p=0.372$ ) или MS, отнесена към телесната маса ( $4.6 \pm 0.6$  срещу  $4.2 \pm 0.8$  N/kg;  $p=0.623$ ). Постижението в катеренето значително корелира само с MS, отнесено към телесната маса. Корелацията между MS, отнесена към телесната маса, и onsight постижението е силна ( $r=0.806$ ,  $p=0.016$ ). Заключение: силата и издръжливостта на EF изглежда са ключови фактори за представяне в спортното катерене. Спортното

катерене изисква високо ниво на издръжливост на EF по време на мускулни контракции с висока интензивност. Прекомерното увеличаване на издръжливостта на EF не би довело непременно до значително подобрение в спортното постижение. Въпреки това, по-високото спортно постижение в катеренето изисква увеличено ниво на максимална сила на EF.

12. Michailov ML. **Evolverment and experimentation of a new interval method for strength endurance development**. In: Moritz FE, Haake S, ed. The Engineering of Sport 6, Volume 2. Development for disciplines. New York: Springer Science and Business Media; 2006: 291-296.

**Method:** Six climbers age 19 to 42, with experience of 3 to 27 years and selfreported red-point best achievement 8+ to 10- UIAA, have trained for 7 weeks, 3 times a week, and during weekends climbed not by the rules of the experiment. The new method is an interval method, borrowed from the fartlek and represented by alternating in difficulty doing repetitions (8-10): of easy (20–30 hand moves) and “difficult” routes (15–20 moves) and breaks of 30-60 s (depending on the climbers’ self-confidence). The number of the sets was 2–3, with 20–30 min breaks inbetween. The heart rate was monitored during training and testing. Tests: In order to establish the climbers initial and final level of performance, a cycling ergometry and two climbing tests were made. Test 1: a 5-minute climbing bout (for estimating the mixed energy supply abilities) on an overhang of 120 degrees, with holds for the distal and partially for the middle phalanges. Test 2: a 1-minute roof climbing bout - 180 degrees (in the anaerobic-lactic energy supply), with holds for the distal, middle and partially for the proximal phalanges. The climbers had to apply as many as possible holds within the bout time. The heart rate was monitored during training and testing.

**Results:** The mean maximum oxygen consumption estimated by cycling was 51.08 (ml/min/kg). No relation has been established between  $VO_{2max}$  and test performance. The value was small as compared to that of elite long-distance runners (85 ml/min/kg) and similar to  $VO_{2max}$  of elite wrestlers. The climbing tests registered improvement of 43 % in the one-minute test and of 32 % in the five-minute test. There have been statistically significant differences between the initial and final results.

**Conclusion:** The new method combines the advantages of both the interval and fartlek methods. Although there was no control group, the performance improvement and the statistically significant differences before and after the experiment testify to the method’s effectiveness. It is expected to equally improve the mixed and the anaerobic-lactic energy supply.



Michailov ML. **Разработване и експериментирание на нов интервален метод за развиване на силова издръжливост.** In: Moritz FE, Haake S, ed. The Engineering of Sport 6, Volume 2. Development for disciplines. New York: Springer Science and Business Media; 2006: 291-296.

**Методи:** Шестима катерачи на възраст от 19 до 42 години, със спортен стаж от 3 до 27 години и самоотчетени най-добри постижения в стила redpoint от 8+ до 10- UIAA, тренират в продължение на 7 седмици, 3 пъти седмично, а през уикендите са се катерили не по изискванията на експеримента. Новият метод е интервален метод, заимстван от фартлека и представлява редуване на повторения (8-10) с различна трудност: лесни (20-30 движения с ръцете) и „трудни“ маршрути (15-20 движения) и почивки от 30-60 s (в зависимост от самочувствието на катерачите). Броят на сериите е 2-3, с 20-30 минути почивки между тях. Пулсът е следен по време на тренировка и тестване. Тестове: За да се установи началното и крайното ниво на тренираност на катерачите, бяха изпълнени велоергометрия и два катерачни теста. Тест 1: 5-минутно катерене (за оценка на способностите за смесено енергоосигуряване) по надвес от 120 градуса, със хватки за дисталните и частично за средните фаланги. Тест 2: 1-минутно катерене по таван - 180 градуса (при анаеробно-лактатно енергоосигуряване), с хватки за дисталните, средните и частично за проксималните фаланги. Катерачите трябваше да преминат през възможно най-много хватки в рамките на времето на тестовете.

**Резултати:** Средната стойност на максималната кислородна консумация, установена чрез велоергометрия, е 51.08 (ml/min/kg). Не е установена връзка между  $VO_{2max}$  и резултатите от тестовете. Тази стойност е малка в сравнение с тази на елитни бегачи на дълги разстояния (85 ml/min/kg) и подобна на  $VO_{2max}$  на елитни борци. Регистрирано е подобрене от 43% при едноминутния тест и от 32% при петминутния тест. Разликите между първоначалните и крайните резултати са статистически значими.

**Заключение:** Новият метод съчетава предимствата на интервалния метод и на фартлека. Въпреки че нямаше контролна група, подобреното на постиженията в тестовете и статистически значимите разлики между резултатите преди и след експеримента свидетелстват за ефективността на метода. Очаква се, че той подобрява еднакво смесеното и анаеробно-лактатното доставяне на енергия.

13. Михайлов М, Домусчиева-Роглева Г. **Мотивация на катерачи и алпинисти.** Публикувано в: Личност, мотивация, спорт, Том 17. София: НСА прес; 2012: 90-100.

Интересни за обществото са причините, които подбуждат някои хора да се занимават с катерене и алпинизъм. Целта на настоящото изследване е да се определят факторите на вътрешната и външната мотивация при катерачи и алпинисти. 39 катерачи и алпинисти (7 жени и 32 мъже) с широк диапазон на постижения (redpoint от 5 до 8c+ Fr./sport) дават самооценки за вътрешна и външна мотивация и амотивация по скалата на Pelletier et al. (1995). Сравнени са мотивационните характеристики на катерачите мъже и жени, на практикуващите различен вид катерене, както и на катерачите с различни спортен стаж, квалификация и възраст. Най-високи са стойностите на вътрешната мотивация за изпитване на стимулация. Следват вътрешната мотивация за

постижение, външната мотивация за неосъзнато обективизиране (избягване на чувството за вина и тревожността), вътрешната мотивация за познание, външна мотивация за осъзнато отъждествяване (ВнМОО – важно е не изпитването на удоволствие, а постигането на цели и самоусъвършенстването), външната мотивация чрез социума и амотивацията. Статистически достоверни разлики са открити по показателят ВнМОО между изследваните лица под 30 и над 30 годишна възраст. Лицата под 30 годишна възраст са с по-високи стойности на ВнМОО ( $p < 0.05$ ). На лице е и статистически значима корелация между показателя ВнМОО и спортното постижение ( $r = -0.4$ ,  $p < 0.05$ ). Интересен е фактът, че алпинистите, които са изкачвали осемхилядници и са публични личности са с по-високи стойности на външната мотивация. Спортната мотивация на катерачите и алпинистите е предимно вътрешна. Най-силна е вътрешната мотивация за изпитване на стимулация. От външните мотиви се откроява минимизирането на тревожността. Възрастта и постижението намаляват влиянието на ВнМОО.

Michailov M, Domuschieva-Rogleva G. **Motivation of climbers and alpinists.** Published in: Personality, Motivation, Sport, Volume 17. Sofia: NSA Press; 2012: 90-100.

Of interest to society are the reasons that motivate some people to engage in climbing and mountaineering. The aim of the present study was to determine the factors of intrinsic and extrinsic motivation in climbers and alpinists. 39 climbers and alpinists (7 women and 32 men) with a wide range of climbing ability (redpoint from 5 to 8c+ Fr./sport) provided self-assessments of intrinsic and extrinsic motivation and amotivation according to the scale of Pelletier et al. (1995). The motivational characteristics of male and female climbers, climbers who specialized in different climbing disciplines, as well as climbers with different sports experience, qualification and age were compared. Values of intrinsic motivation for experiencing stimulation are highest followed by the internal motivation for achievement, the external motivation for unconscious objectification (avoiding guilt and anxiety), the internal motivation for knowledge, external motivation for conscious identification (EMCO - it is not the experience of pleasure that is important, but the achievement of goals and self-improvement), external motivation through society and amotivation. Statistically significant differences were found for EMCO between the participants under 30 and over 30 years of age. Participants under 30 years of age had higher values of EMCO ( $p < 0.05$ ). There was also a significant correlation between the EMCO indicator and sport performance ( $r = -0.4$ ,  $p < 0.05$ ). It is interesting to note that mountaineers who have climbed eight-thousanders and are public figures had higher values of extrinsic motivation. The sports motivation of climbers and alpinists is predominantly internal. Intrinsic motivation to experience stimulation is the highest. Of the external motives, the minimization of anxiety stands out. Age and climbing ability reduce the influence of EMCO.

14. Боянов Д, Михайлов М, Петков Н. **Българска проучвателна експедиция „Каракорум 2011“**. Спорт и наука 2011; 6: 159-166.

Съвременните катерачи и алпинисти все още биват привлечани от най-високите върхове в най-големите планински вериги или от известните скални стени в Алпите. Въпреки това по-силен е интересът към посещаването на нови региони и изкачването на трудни кули, макар и на по-ниска надморска височина. Целта на изследването бе да се организира експедиция, за да се проучат и оценят възможностите за премиерни изкачвания на големи стени и девствени върхове в долината Хане, Каракорум (като първи етап на проекта "Каракорум Big Wall 2011/2012"). Трима български алпинисти посетиха долината през периода 10 – 22 септември 2011 г. Изследователските дейности бяха: събиране на информация за чуждестранните посещения и изкачвания в долината, подробно заснемане на региона, проучване на възможните подходи към стените, снемане на GPS координати, даване на имена на скалните формации. Тази информация бе използвана също за изготвянето на нови подробни карти. Долината Хане е заобиколена от много върхове, всички от които са скалисти. Някои от тях са впечатляващи вулканични кули със стени, достигащи до 1000 m. Повечето от скалните образувания имат сложна структура, изградена от редица скални игли. Основните върхове са с големи стени, които са трудни за изкачване и достигат надморска височина до към 6000 m. Нито един от основните върхове не са изкачени. В заключение: районът е пълен с множество скални кули със сложна конфигурация и достъп. Налице е значителен потенциал за изкачване на нови трудни стенни маршрути на сравнително голяма надморска височина.

Boyanov D, Michailov M, Petkov N. **Bulgarian exploratory expedition "Karakorum 2011"**. Sports and Science 2011; 6: 159-166.

Modern climbers and mountaineers are still attracted by the highest peaks in the largest mountain ranges or by the famous rock walls in the Alps. However, the interest in visiting new regions and climbing difficult towers, albeit at a lower altitude, has become stronger. The purpose of the present research was to organize an expedition to explore and assess the possibilities for first ascents of big walls and virgin peaks in the Khane Valley, Karakoram (first stage of the Karakorum Big Wall 2011/2012 project). Three Bulgarian climbers visited the valley during the period 10 - 22 September 2011. The research activities were: gathering information about foreign visits and climbs in the valley, detailed photography of the region, research of possible approaches to the walls, recording GPS coordinates, naming rock formations. This information was also used to produce new detailed maps. The Hane Valley is surrounded by many peaks, all of which are rocky. Some of them are impressive volcanic towers with walls reaching up to 1000 m. Most of the rock formations have a complex structure made up of a series of towers. The main peaks have big walls that are difficult to climb and reach altitudes up to 6000 m. None of the main peaks have been climbed. In conclusion: the area is full of numerous rock towers with complex configuration and access. There is considerable potential to climb new routes on difficult big walls at relatively high altitudes.

15. Михайлов М, Кръстев Л, Селимински С, Грошев О, Йорданов П. **Сравнителен анализ на адаптационните промени в тренировъчния и състезателния процес при елитни футболисти**. Спорт и наука 2010, специално издание; "Спорт, стрес, адаптация – Олимпийски спорт и спорт за всички": 144-148.

**Въведение:** Футболът е най-популярният спорт. В тази сфера се правят огромни финансови и материални инвестиции. Въпреки това проблемът с научния контрол в спортната подготовка на футболистите често е на посредствено равнище. Целта на изследването е да се установи дали тренировъчните въздействия отговарят на функционалното натоварване по време на състезание при елитни български футболисти.

**Методика:** Изследвани са 28 футболисти от Западна „Б” ПФГ (ФК „Академик” София и ФК „Раковски” Севлиево). Измерена е сърдечната честота (HR) и са изчислени производни параметри. Направени са 36 телеметрични записа на сърдечната честота (СЧ) по време на 11 състезания (С), 15 занимания за физическа подготовка (ФП) и 10 занимания за технико-тактическа подготовка (ТПП).

**Резултати:** Средната СЧ беше най-висока по време на С – 163 уд/мин. Тази СЧ е с 12 bpm повече от СЧ в заниманията за ФП и с 15 bpm от СЧ в заниманията за ТПП. Тези разлики са статистически достоверни ( $p < 0.05$ ).

**Заклучение:** Функционалното натоварване по време на тренировъчните занимания на футболния ни елит значително се различава по величина от състезателния модел и не отговаря на високите изисквания на професионалния футбол. Очевидно е че техните тренировъчните натоварвания трябва да са по-интензивни.

Mchailov M, Krastev L, Seliminski S, Groshev O, Yordanov P. **Comparative analysis of immediate adaptation changes during training and competition in elite soccer players**. Sport and Science 2010, Special Edition; "Sport, Stress, Adaptation - Olympic sport and sports for all": 144-148.

**Introduction:** Football is the most popular sport. Enormous financial and material investments are made in this field. Nevertheless, the problem of scientific control in the sport preparation of football players is often at mediocre level. The purpose of the study was to determine whether the functional load during training corresponds to the functional load during competition in elite Bulgarian football players.

**Methods:** 28 players from the Western "B" PFG (FC "Akademik" Sofia and FC "Rakovski" Sevlievo) were tested. Heart rate (HR) was measured and derived parameters were calculated. 36 telemetric heart rate recordings during 11 competitions, 15 physical training (PhT) and 10 technical and tactical training (TTT) sessions were made.

**Results:** The highest mean HR appeared during competition (163 bpm). It was 12 bpm higher than HR from the PhT sessions and 15 bpm higher than HR during TTT. These differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The functional load during the training sessions of our football elite was significantly different in magnitude from the competitive model and does not meet the high demands of professional football. Apparently, the training loads should be more intensive.

16. Йорданов П, Грошев О, Кръстев Л, Михайлов М, Андонов Х. **Сравнителен метрологичен анализ на методики за измерване на скокова издръжливост при ученици.** Спорт и наука 2010, извънреден брой, част 1; "Спорт, стрес, адаптация – Олимпийски спорт и спорт за всички": 124-128.

Целта на изследването е да се установи метрологичната съвместимост на различни методики за измерване на скокова издръжливост и тяхното приложно адаптиране при измервания на ученици от средното училище. Изследваните ученици са 38. Някои от тях не са ангажирани активно в занимания със спорт, а други са състезатели в различни спортни дисциплини. Учениците изпълняват многоскоци (30 бр.). Сравнени са количествените стойности, получени чрез методиката „докосване на разграфени знаци“ и електроконтактна платформа. Чрез методиката „докосване на разграфени знаци“ е регистрирана с  $4 \pm 0.6$  cm по-голяма средна височина на многоскоците отколкото чрез електроконтактна платформа. Наблюдава се тенденция на запазване на тази разлика при първите, вторите и третите 10 многоскока. За оценка на състоянието на скоковата издръжливост в средното училище най-ефективна от метрологична, икономическа и приложна гледна точка е електроконтактната платформа. Прилагането на методиката „докосване на разграфени знаци“ също е възможно, но след обстойна метрологична подготовка.

Yordanov P, Groshev O, Krastev L, Michailov M, Andonov H. **Comparative metrological analysis of methods for measuring jumping endurance in secondary school students.** Sport and Science 2010 Special Issue Part 1; "Sport, stress, adaptation - Olympic sport and sport for all": 124-128.

The purpose of the research was to establish the agreement of different methods for the assessment of jumping endurance and their application in testing secondary school students. The students were 38. They performed multi-jumps (30 jumps). Some of the students were not actively involved in sports, and others were competitors in various sport disciplines. The quantitative scores obtained through the "touching of graphed signs" methodology and through an electrical contact platform were compared. The average jumping height recorded using the "touching of graphed signs" methodology was  $4 \pm 0.6$  cm higher compared to the average jumping height from the electrical contact platform. There was a tendency of preserving this difference in the first, second and third 10 multi-jumps. From the metrological, economical and applied point of view, the electrical contact platform was the most effective approach for the assessment of jumping endurance in secondary school. The application of the "touching of graphed signs" methodology is also possible, but after extensive metrological preparation.

17. Михайлов М, Дашева Д. Трудности при контрола на натоварването в спортното катерене. Публикувано в: Спорт общество образование, том 8. София: Типтопрес; 2002: 253-258.

Тази обзорна статия посочва факти от научните изследвания в областта на скалното и спортно катерене, от които става ясно, че не е възможно интензивността на натоварването по време на катерене да се контролира по обективен начин. Задаването на интензивността в проценти от максималната сила не е осъществимо, тъй като не е възможно измерването на максималната сила върху всички хватки по маршрута, които са различни. Категорията на трудност също не може да послужи за целта. Тя се определя от много фактори, като физическото натоварване и техническите трудности. Разочароващ за катерачите и треньорите е фактът, че физическото натоварване не може да се контролира чрез сърдечната честота. Сред основните причини за това са: големият процент статични усилия по време на катерене, спирането на дишането и диспропорционалното покачване на сърдечната честота спрямо кислородната консумация. Освен това е възможно стойностите на сърдечната честота, кислородната консумация и кръвния лактат да са различни дори когато се изкачват маршрути с една и съща трудност. При контролът на натоварването в катеренето не трябва автоматично да се прилагат принципите, валидни например в леката атлетика. Като индикатори на интензивността в катеренето биха могли да послужат кръвният лактат и субективните скали за оценка на напрежението.

Michailov M, Dasheva D. Difficulties in controlling the load during sport climbing. Published in: Sport society education, volume 8. Sofia: Tiptoppress; 2002: 253-258.

This review outlines scientific evidence from the field of rock and sport climbing showing that it is not possible to control the intensity of the load in an objective manner during climbing. Assigning intensity as a percentage of maximum force is not feasible because it is not possible to measure maximum force on all handholds along the route. Moreover, the handholds are not identical. The grade of the route difficulty also cannot serve to this end. The grades are determined by many factors such as physical exertion and technical difficulties. The fact that the load cannot be controlled through heart rate monitoring is disappointing for the climbers and their coaches. Some of the main reasons for this are: the high percentage of static efforts during climbing, the cessation of breathing and the disproportionate increase in heart rate compared to oxygen consumption. Furthermore, heart rate, oxygen consumption and blood lactate values may be different even when climbing equally graded routes. The principles for controlling intensity in athletics for example should not be valid for example in athletics should not be automatically applied in climbing. Blood lactate and subjective exertion scales may serve as climbing intensity indicators.