

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ
“ ВАСИЛ ЛЕВСКИ”**

Катедра “Теория на спорта”

Станислава Николаева Ламбрева



**ИЗСЛЕДВАНЕ ИНФОРМАТИВНОСТТА НА ТЕСТОВЕ ЗА
СИЛА НА МУСКУЛАТУРАТА НА РАМЕНЕН ПОЯС В
СПОРТНОТО КАТЕРЕНЕ**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен
„доктор”

**Научен ръководител:
Проф. Михаил Михайлов, дн**

СОФИЯ, 2024

Дисертационният труд е обсъден и насочен към официална защита от катедра „Теория на спорта”.

Дисертационният труд е изложен на 152 стандартни страници. Включва 18 таблици и 25 фигури. Ползвани са 104 библиографски източника, от които 22 на кирилица, 83 на латиница и една интернет страници.

Номерацията на таблиците и фигурите в автореферата съвпада с тази от дисертацията.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 24-ти септември 2024г от 13 часа в зала А3 на Националната спортна академия „Васил Левски“ в Студентски град, София.

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“
КАТЕДРА „ТЕОРИЯ НА СПОРТА“

Станислава Николаева Ламбрева

**ИЗСЛЕДВАНЕ ИНФОРМАТИВНОСТТА НА ТЕСТОВЕ ЗА
СИЛА НА МУСКУЛАТУРАТА НА РАМЕНЕН ПОЯС В
СПОРТНОТО КАТЕРЕНЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна
степен „доктор“ в професионално направление 7.6 „Спорт“,
докторска програма „Теория и методология на спортната наука“

Научен ръководител:

Проф. Михаил Михайлов, дн

Официални рецензенти: :

Проф. Даниела Дашева, дн

Доц. Александър Цветков, доктор

СОФИЯ, 2024

ВЪВЕДЕНИЕ

Катеренето е начин на придвижване на човека по полегнал, отвесен или надвесен терен. В него участват горните крайници, което го различава от изкачването, което се извършва само с помощта на краката. С други думи, катерачът използва целия двигателен апарат. Двигателната дейност е резултат от едновременни и последователни съкращения на мускулите на горните и долните крайници, които придвижват тялото по скалата (или изкуствена структура), като по този начин катерачът преодолява собственото си тегло.

Мускулната група, която взема най-активно участие в дейността е мускулната група на сгъвачите на пръстите. Сред останалите, вземащи голямо участие, са сгъвачите на лакътна става и на туловището, чиито сила и издръжливост са по-слабо проучени. Мускулатурата на мишницата, както и на сгъвачите на туловището, като част от горната част на тялото на катерача с помощта на която той се изкачва, преодолявайки гравитационните сили, оказват огромна роля в спортните постижения. Опитът показва, че в стремежа си да изкатери определен маршрут, докато разрешава сложността на релефа и най-често обратния наклон на повърхността, катерачът интензивно използва раменния пояс и центъра на тежестта си, като постоянно приближава тялото в посока към стената, за да преодолее гравитационните сили. В това си усилие, той интензивно използва мускулатура на туловището, сгъвачите в лакътната става и мускулатурата на раменния пояс.

Сред двигателни качества, които са фактори, обуславящи постижението в спортното катерене са мускулната група на сгъвачит на предмишницата и на второ място на сгъвачите на раменния пояс.

Съществуват множество данни от научни изследвания до този момент, чрез които могат да се определят точно характерните морфо-антропометрични и двигателни особености на спортния катерач във връзка с прогнозиране на високото спортно постижение и катерачни умения. Може да се предположи, че елитният спортен катерач притежава: *не много висока фигура, нисък процент подкожни мазнини, висока степен на максимална сила на мускулите на горните крайници и в горната част на тялото, отнесена към теглото, висока степен на динамична и изометрична силова издръжливост, положителен маймунски индекс, високо ниво на специфични аеробни и анаеробни възможности, гъвкавост в тазобедрените стави* (Baláš et al. 2014; Grant et al. 1996; Michailov et al. 2009; Philippe et al. 2012, Vigouroux, Quaine 2006; Fryer et al. 2015; Grant et al. 1996; Mermier et al. 2000; Draper et al. 2008; Михайлов 2006; Michailov 2014; Михайлов и кол. 2011).

Изследванията сочат, че четирите основни качества на високото спортно майсторство в катеренето – 1). **силата на хвата** (измерена чрез стандартен ръчен динамометър) (Berrostegieta L.,

2006; Laffaye G, 2014; López-Rivera E., 2014; Michailov ML, 2014), следвана от **2.) максималната специфична сила на сгъвачите на предмишницата** (Grant S, 2001, Grant S et al, 1996, Laffaye G, 2014, Schweizer A., 2001 Watts P.B. (2004), Watts, 1996, Михайлов М., 2006, Laffaye G, 2014, Lopez-Rivera E., et al, 2012, Macdonald JH., 2011; Michailov ML, 2014); **3.) издръжливост на раменен пояс, измерена чрез вис на сгънати ръце** (Baláš J., 2012, Grant, S, 2001, Grant S, 2001, Mermier C, J, 2000, Mermier C, 1997, Michailov, ML, 1997, Wall, SB, 2004, Watts P.B., 2004, Watts P.B., 2008, Watts P.B., 1996); **4.) взривна сила на горните крайници** (Berrostegetia JI., 2006, Laffaye G, 2014, Michailov ML, 2014); **5.) телесна маса** (Giles LV, 2006, Mermier, C, 2000) – дейности, в които участва преодоляване чрез телесната маса на гравитационните сили, прекомерното тегло, оказва негативно влияние. Задължително условие за постигането на високо спортно ниво е ниският процент подкожна мазнина и балансирана мускулна маса; **6.) издръжливост на сгъвачи на туловището** (Laffaye G, 2014, Muehlbauer T, 2012) – все още не е установена зависимост между издръжливостта на тази мускулна група и спортното постижение; **7.) максимална сила на сгъвачи на туловището** – максималната сила на сгъвачите на туловището е също важен фактор на спортното постижение; **8.) гъвкавост в тазобедрените стави** (Grant, 2001, Mermier C, 1997, Michailov ML, 2006, Michailov ML, 2014). Описаните фактори в катеренето не са съвсем изяснени в науката. Установено, че постижението в този спорт зависи от комплекс от фактори, които се променят в зависимост от условията.

Редица автори потвърждават факта, че катерачните възможности зависят и от силовите качества на мускулатурата на раменния пояс (Baláš et al. 2012; Berrostegetia 2006; Draper et al. 2011; Grant et al. 1996; Kodejska, Baláš, 2016; Laffaye et al. 2014; Michailov et al. 2017; Wall et al. 2004). Твърди се, че максималният брой набирания (Baláš et al. 2012), продължителността на виса със сгънати ръце (Grant, S, 2001, Grant S, 2008, Mermier C, 2000) и силата при набиране на една ръка (Wall, SB, 2004) корелират със спортното постижение и катерачните умения.

Характерна особеност на двигателната дейност в катеренето е, че катерачите са подложени на непрекъснато физическо напрежение, тъй като по време на катерене се редуват изометрични интермитентни контракции с динамични движения и кратки почивни интервали, които предизвикват намалено снабдяване на кислород в мускулите. Затова и типът издръжливост, която се оказва важен фактор след максималната сила на пръстите в спорта, е силовата издръжливост. С подадена интензивност между 40% - 100% от максималната волева контракция е установено, че катерачи издържат по-дълго време от некатерачи и следователно те се справят по-добре със специфични ритмични контракции дълго време. Те показват и по-продължително задържане на напрежението до изтощение (Baláš et al. 2012 Vigouroux, Quaine 2006; Philippe et al. 2012, Michailov,

2005, MacLeod et al. 2007; Michailov 2014; Philippe et al. 2012; Vigouroux, Quaine 2006; Fryer et al. 2015).

Други особености на двигателната дейност, от които зависи спортното постижение в катеренето са взривната сила на горните крайници или по-конкретно градиентът на силата на сгъвачите на пръстите (Berrostegetia J I., 2015, Koestermeyer G., 2000, Michailov, 2014) - специфична експлозивната сила на сгъвачите на горен крайник (Berrostegetia J I. , 2015, Laffaye G, 2014, Michailov, 2014), издръжливостта на раменния пояс (Baláš J. 2012, Grant S, 1996, Macdonald JH., 2011; Michailov, 2014), силовата издръжливост на сгъвачи на гръбнашния стълб (Muehlbauer T at al, 2012), гъвкавостта (най-общо в тазобедрените стави (Михайлов, 2006; Michailov et al. 2009; Baláš et al. 2009, Michailov, 2006, Michailov, 2014). Интересен е фактът, че силата на катерачите, измерена с ръчен динамометър, не е особено голяма, сравнена с общата популация. Относителната сила, измерена чрез ръчен динамометър и специфичната сила на пръстите обаче са със значително по-високи стойности и са отличителни белези главно на елитния катерач.

За постигане на високо ниво в спортното катерене се изисква голяма сила на сгъвачите на пръстите и на мускулатурата на раменния пояс, голяма подвижност в тазобедрената става - значително по-високи нива за елитните катерачи в сравнение с любителите и контролни групи. Силата и издръжливостта на сгъвачите на пръстите при специфичен хват детерминират в голяма степен спортното постижение. Относителната сила на пръстите определя спортното постижение между 50% и 60%, а силовата издръжливост, измерена чрез динамометрични тестове при една и съща относителна интензивност, представена като процент от максималната волева контракция, детерминира спортното постижение 30% (при интермитентни тестове), 48% (при интермитентни тестове) или около 70% (при висове на ръб поради това, че резултатът в този тест зависи не само от издръжливостта, но и от силата) (Михайлов 2022). Силата на мускулатурата на раменен пояс също е един от силно значимите фактори за прогнозиране на отличен спортен резултат сред катерачите. Също така, елитните катерачи имат по-голяма издръжливост на раменния пояс ($r^2 = 0.49$) (Baláš et al. 2012). Те имат по-голяма издръжливост на горната част на тялото (измерена по време на вис на сгънати ръце и набиране) и специфична сила на пръстите в сравнение с рекреационните катерачи. Мускулната издръжливост на раменния пояс, измерена при вис на сгънати ръце е качество, показано в изследването на Draper et al. (2021). През 2011 година същият автор проверява валидността на теста за взривна сила (powerslap), че е с отлична надеждност. От него става ясно само, че е по-важно времето на висене, а не броят на набиранията. Друго изследване на Wall et al. (2004), установява, че относителната и максималната сила на раменния пояс корелират с катерачните постижения при жени катерачки. Също така е известно, че спортното катерене изисква високо ниво и на издръжливост на мускулите сгъвачи в лакътна става по време на мускулни контракции с висока

интензивност, но прекомерното ѝ повишаване най-вероятно няма да доведе до значително подобряване на нивото на катерене (Michailov et al. 2017). По-конкретно – катерачите се отличават значимо от популации, които не се занимават с катерене, по относителния импулс на силата, при относителна интензивност 70% и 50% MVC при изолирано участие на сгъвачите в лакътна става).

На базата на наличните данни може да се допусне, че максималната сила и мускулната издръжливост на мускулатурата на раменния пояс и сгъвачите на пръстите имат сходна важност за постижението в спортното катерене, като максималната сила е доминиращ фактор. Взривната сила на мускулатурата на горната част на тялото е фактор на постижението в катеренето, но е по-важна в боулдъра, отколкото в спортното катерене (дисциплината трудност). Мощността, генерирана по време на динамични набирания пък като че ли зависи повече от максималния силов потенциал на катерачите, а не от техните взривни възможности (способността им бързо да активират повече мускулни влакна, за да развият силата с висок темп). Не са много изследванията, свързани със значението на мускулатурата на раменния пояс и мишниците за постиженията в катеренето, както и с надеждността и валидността на тестовете за тяхното измерване и оценка. Мускулната сила и издръжливост на мускулатурата на раменния пояс би следвало да могат да се изследват както чрез традиционно използваното упражнение – набиране с или без тежести, така и чрез тест „блок“, а за установяване на нивото на взривната сила на тази мускулна група е подходящо да се използват тестове power slap и бързо набиране. За да се изясни, доколко тези твърдения са достоверни и колко са информативни споменатите тестове, са необходими допълнителни доказателства.

Литературата посветена на катеренето като двигателна дейност разполага с минимално количество стандартизирани тестове, които биха били подходящи за тази специфична дейност, а и повечето от тях разглеждат някой конкретен специфичен аспект на катеренето или са изпълнявани без наличието на специализирана апаратура.

Основна част от съдържанието на настоящия дисертационен труд са резултатите от проведените изследвания за установяването на информативността на досега съществуващите и нововъведените от нас тестове за оценка на силовите качества и издръжливостта на мускулите сгъвачи в лакътна става и раменния пояс при спортни катерачи. Участниците изпълняват поредица от тестове за максимална и взривна сила на горните крайници, както и за силова издръжливост при противодействие на собственото тегло или при една и съща относителна интензивност, зададена в проценти от максималната сила. Установява се и се проверява дали съответните тестове са достатъчно надеждни и валидни, както и каква е силата на зависимостта им със спортното постижение, както и в каква степен параметрите, които тези тестове измерват са подходящи за приложение в този спорт.

1. РАБОТНА ХИПОТЕЗА

Гореописаното обосновава необходимостта от провеждането на настоящото изследване и определя неговата работна хипотеза:

Предполагаме, че тестовете „блок“, „power slap“ и „бързо набиране“ са надеждни, валидни и подходящи за приложение в спортното катерене като предпоставка за тяхното приложение в практиката на контрола на тренировъчния процес в спортното катерене.

2. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

2.1. ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Целта на изследването е чрез установяване надеждността и валидността на тестове за измерване на мускулната сила и издръжливост на раменния пояс да се усъвършенства контрола на тренировъчния процес в спортното катерене.

2.2. ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

1) Да се направи характеристика на спортното катерене като специфична двигателна дейност и да се представят главните фактори на спортното постижение в този спорт.

2) Да се систематизират данните от научните публикации за мускулната сила и издръжливост като главни фактори в спортното катерене, както и за използваните тестове за тяхното измерване и оценяване.

3) Да се извърши изследване на надеждността на механични параметри, отчитани чрез използването на три силови теста и динамометър, специализирани за катерачи.

4) Да се предоставят данни за критериална валидност, свързана със степента, в която различни тестове и техните параметри определят спортните постижения.

5) Да се предоставят данни за конструктивна валидност, свързана с това даден параметър за кой латентен признак носи информация, както и за съответствието и взаимозаменяемостта на сродни.

6) Да се разработят регресионни модели за оценка на резултатите от изследваните тестове.

2.3. ОБЕКТ И ПРЕДМЕТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

2.3.1 Обект на изследване

Обект на изследване са мускулната сила и издръжливост в спортното катерене, като основни фактори на спортното постижение.

2.3.2. Предмет на изследване

Предмет на изследване са информативността на тестове за максимална сила, взривна сила и мускулна издръжливост на мускулатурата на мишниците и раменния пояс, както и тяхното значение на тези качества за постижението в спортното катерене.

2.4. МЕТОДИКА

2.4.1. Участници

В изследването участват 15 катерачи с redpoint ниво от 7a до 9a, средно 7b+ и боулдъринга (от 6c до 8c+, средно 7c+).

Спортните постижения са отчитани в категория за трудност по френската скала. За да бъде възможна тяхната статистическа обработка и определянето на квалификацията на катерачите, е използвана метричната скала на Международната асоциация за научни изследвания в скалното катерене (IRCRA), разработена от Draper et al. (2015), според която катерачите могат да бъдат класифицирани по спортни постижения като: „начинаещ“, „средно ниво“, „напреднал“, „елитен“ и „световна класа“.

2.4.2 . Изследователски подход към проблема

Настоящият труд включва необходимите за голяма част от научните разработки теоретична и експериментална изследователска работа.

2.4.3. Методи на изследването

Проучване на информационни източници

Дисертационният труд съдържа 152 страници, 25 фигури, 18 таблици, 103 препратки, от които 22 на кирилица, 81 на английски език, 1 препратка към уебсайт. Проучени са наличните в научните публикации сведения, свързани с характера на натоварването и физиологичните реакции

по време на катерене, както и на детерминираният от тях изисквания към физическите възможности на спортните катерачи.

Експеримент

Експериментът на настоящия труд е контролирано изследване с констативен характер, при което всички използвани тестове са изпълнени еднократно. За установяване на надеждността на тестовете, при някои от тях се изпълнява дублиране, повторно изпълнение (ретест). Условието на изследването са моделирани така че да се установи състоянието на силата и издръжливостта на мускулите сгъвачи в лакътна става на участниците в изследването. Данните служат и за установяване на значението на изследваните двигателни качества в спортното катерене, както и за определяне на надеждността и валидността на различни видове тестове и регистрираните чрез тях и чрез съвременна апаратура механични показатели, служещи за оценка и задълбочен анализ на състоянието на катерачите.

За целта участниците в изследването изпълняват общо 9 теста. Четири от тестовете са за измерване на максималната сила (три за раменния пояс и един за сгъвачите на пръстите), три от тестовете са за мускулна издръжливост (два за раменния пояс и един за сгъвачите на пръстите), а останалите два теста са за взривна сила на горните крайници. Повечето тестове са изпълнени на специфичен динамометър (Climbro, София, България). Затова чрез всеки тест са регистрирани по няколко механични параметри, както са изчислени и редица производни показатели. Общият брой на регистрираните с тези тестове показатели е над 60.

Математико-статистически методи

Част от данните, събрани чрез проведеното изследване представляват директно регистрирани от изследователя или автоматично изчислени от софтуера на измервателната апаратура силови характеристики. Това се отнася до тестовете за максимална сила и мускулна издръжливост. Данните, събрани чрез тестовете за взривна сила представляват силови дискрети във времето. Затова те са подложени на първоначална обширна математическа обработка с цел изчисляване на механични параметри, които служат за определяне на постиженията в тези тестове.

Установили сме надеждността и валидността на тестовете, а обективността, като друг критерий за информативност не е изследвана, тъй като е използван уред и по този начин намесата на изследователя се свежда до минимум. Тъй като стандартността е също важен критерий за информативност, е осигурена еднаквост на условията по време на тестовете. Те са изпълнени в

лабораторни условия, а тяхното изпълнение е контролирано спрямо изискванията, описани в съответната глава (Брогли, Я., 1979)

2.4.4. Методология

Експерименталната работа за осъществяване на целта и задачите на настоящия труд включва редица измервания, при които се използва специализирана апаратура за регистриране на механични параметри. Измерват се основни антропометрични характеристики на изследваните лица и се регистрират техните спортни постижения, възраст и спортен стаж.

Апаратура

За повечето тестове е използвана специализирана апаратура „Climbro“ - съоръжение с вградени силоизмервателни сензори с честота на дискретизация 100 Hz и мобилно приложение. Мобилното приложение предоставя инструкции и обратна връзка в реално време за величината на прилаганата сила, времето на мускулните контракции и фазите на релаксация.

Процедури и тестове

Участниците в изследването изпълняват следните тестове:

1. Тест за специфична максимална сила на сгъвачите на пръстите;
2. Специфичен тест за максимална сила с една ръка (с 90 % флексия на лакътна става) – „Блок“;
3. Тест за максимална сила чрез набиране с две ръце с максимална тежест;
4. Тест за максимална сила чрез набиране на една ръка с минимална противотежест;
5. Специфичен тест за мускулна издръжливост на сгъвачите на пръстите;
6. Тест „Блок“ за мускулна издръжливост на мускулите сгъвачи на раменен пояс;
7. Тест чрез вис на сгънати ръце
8. Тест, наречен „Power slap“;
9. Тест на взривна сила „Бързо набиране“

3. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

3.1. НАДЕЖНОСТ НА ПАРАМЕТРИТЕ ОТ ДИНАМОМЕТРИЧНИТЕ ТЕСТОВЕ

Резултати

Доколко количествените резултати от тестовите отразяват действителното състояние на измерваните признаци е демонстрирано с няколко статистически показателя за надеждност в таблица 11 от дисертационния труд. Между нито един от параметрите, измерени при теста и ретеста, няма значими разлики. Надеждността е оценявана като: отлична при $ICC > 0.9$, добра при ICC между 0.75 и 0.9, умерена при ICC между 0.5 и 0.75 и ниска при $ICC < 0.5$. Според тези критерии максималната сила на сгъвачите на пръстите и на мускулатурата на раменния пояс е параметър с отлична надеждност (таблица 11). Другите тестове, за които има сведения за надеждност, са тестовите за взривна сила power slap и бързо набиране. Параметрите с отлична и добра надеждност в теста power slap са достигнатото разстояние (стандартна грешка на измерването само 1.8 cm), средната сила и времето на теста. Останалите параметри са с умерена надеждност. Това са пиковата сила и показателите за темп на развитие на силата.

Параметрите с отлична и добра надеждност в теста бързо набиране са пиковата и средната сила, както и теоретично установеното време на теста (стандартна грешка на измерването 0.03 s). С умерена надеждност са времето на теста и темпът на развитие на силата при F_{peak} и 95% F_{peak} . Останалите показатели за темп на развитие на силата са с ниска надеждност.

Анализ на получените резултати

Анализът на надеждността на тестовите и техните параметри показва, че тестовите за максимална сила отразяват действителното състояние на това качество, както по отношение на мускулите сгъвачи на пръстите, така и на мускулатурата на раменния пояс. Високата надеждност на използвания тест за сила на сгъвачите на пръстите при специфичен хват вече е установявана от предишни изследвания (Baláš et al. 2015, Michailov et al. 2018). За теста „блок“ обаче това са вторите сведения за надеждност, след публикуваните резултати по този проблем от Michailov & Baláš (2023). Оказва се, че той също може обосновано да се прилага поради отличните стойности на ICC (0.947). С настоящото изследване за пръв път се предоставят сведения за надеждността на теста „бързо набиране.“ Високите нива на надеждност на максималната и средна сила, постигнати в този тест, както и а времето за неговото изпълнение, потвърждават неговата приложна стойност. Все пак трябва да се има предвид, че теоретично изчисленото време на теста се възпроизвежда от

катерачите в по-голяма степен от времето до началото на фазата на олекотяване, която се наблюдава в края на набирането. Вероятно катерачите не са адаптирани да развиват много сила за единица време в началото на набирането, поради което и не могат да възпроизведат средни или под средните стойности на силата си за кратко време (например 100 или 200 ms).

Същото подсказват и по-ниските нива на надеждност на показателите на темпа на развитие на силата спрямо останалите параметри в теста power slap. Темпът на развитие на силата е показател за взривност, от която зависи скоростта на мускулното съкращение. Знае се обаче, че височината на отскока се определя най-вече от импулса на силата (McBride et al. 2010), а не от взривността на усилиято. Еднаква височина и импулси могат да се постигнат и при по-кратки и взривни, и при не толкова взривни, но сравнително по-дълги усилия (за целта при по-кратките усилия средната сила ще бъде по-голяма и обратното). За това свидетелства много високата надеждност (на второ място след постигнатото разстояние) на средната сила ($ICC = 0.864$).

Таблица 11 Показатели за надеждност на резултатите от тестовете за максимална сила на сгъвачите на пръстите и мускулатурата на раменния пояс

Тест	Параметър	Средни стойности опит 1 \pm SD	Средни стойности опит 2 \pm SD	p	95% LOA	SEM	ICC
Максимална сила на сгъвачите на пръстите	F_{max} (N)	583 ± 81	586 ± 74	0.651	-57 – 50	21	0.927
„Блок“ за максимална сила на мускулатурата на раменния пояс	F_{max} (N)	744 ± 92	742 ± 88	0.799	-55 – 59	20	0.947

3.2. ВАЛИДНОСТ НА ПРИЛОЖЕНИТЕ ТЕСТОВЕ И ТЕХНИТЕ ПАРАМЕТРИ.

За да се използват в спортната практика изследваните тестове и техните параметри е необходимо те да и валидни. Тяхната валидност е проверена по два начина в настоящото изследване. От една страна е установена тяхната критериална валидност чрез изчисляване на коефициентите на корелация между измерваните параметри и спортните постижения. Така е определено доколко информацията, която те носят е свързана със способности, които са фактори на постижението в

спортното катерене. Вторият вид валидност е установена чрез определяне на съответствието между различните параметри и тестове.

3.2.1. Зависимости между спортните постижения и резултатите в двигателните тестове

Резултати

Налице са множество статистически достоверни корелации ($p < 0.05$) между резултатите от тестовете за сила и мускулна издръжливост и спортните постижения в стиловете red-point и on-sight в спортното катерене (lead – водене) и дисциплината боулдър (таблица 14).

Таблица 14 Корелации между спортните постижения и резултатите от тестовете за максимална сила и мускулна издръжливост

Тест	Параметър	Спортни постижения		
		Red-point	On-sight	Boulder
Максимална сила на сгъвачите на пръстите	F_{\max} (N)	0.486	0.465	0.644*
	$F_{\max/kg}$ (N/kg)	0.763*	0.577*	0.664*
„Блок“ за максимална сила на мускулатурата на раменния пояс	F_{\max} (N)	0.370	0.432	0.638*
	$F_{\max/kg}$ (N/kg)	0.751**	0.561*	0.683**
Набиране с две ръце и максимална тежест	F_{\max} (kg)	0.525	0.741**	0.680*
	$F_{\max/kg}$ (kg)	0.843**	0.794**	0.695**
Набиране с една ръка и минимална противотежест	F_{\max} (kg)	0.502	0.551*	0.734**
	$F_{\max/kg}$ (kg)	0.685**	0.606*	0.743**
Мускулна издръжливост на сгъвачите на пръстите	T (s)	0.378	0.626*	0.287
	J (N.s)	0.658*	0.786**	0.731*
	$J_{/kg}$ (N.s/kg)	0.694*	0.791**	0.729*
„Блок“ за мускулна издръжливост	T (s)	0.365	0.542	0.364
	J (N.s)	-0.021	-0.095	-0.285
	$J_{/kg}$ (N.s/kg)	0.623*	0.709**	0.519
Вис на сгънати ръце	Продължителност (s)	0.683*	0.454	0.582*

*Red-point: стил на преминаване на маршрут след предварително разучаване; on-sight: стил на преминаване на маршрут без предварително разучаване; F_{\max} : максимална сила; $F_{\max/kg}$: максимална сила, отнесена към телесната маса (относителна сила); T: време в зададените граници на интензивност на мускулните контракции; J: импулс на силата; $J_{/kg}$: импулс на силата, отнесен към телесната маса; * значими корелации при $p < 0.05$; ** значими корелации при $p < 0.01$.*

Таблица 15 Корелации между спортните постижения и резултатите от теста за взривна сила “power slap”

Параметър	Спортни постижения		
	Red-point	On-sight	Boulder
Разстояние (cm)	0.307	0.217	0.534
Разстояние/cm	0.503	0.413	0.699*
F_{peak} (N)	0.527	0.782**	0.383
$F_{peak/kg}$ (N/kg)	0.721**	0.805**	0.512
$F_{peak-net}$ (N)	0.706*	0.857**	0.517
$F_{peak-net/kg}$ (N/kg)	0.721**	0.805**	0.512
F_{avg} (N)	0.483	0.737**	0.431
$F_{avg/kg}$ (N/kg)	0.842**	0.908**	0.708**
$F_{avg-net}$ (N)	0.818**	0.939**	0.701*
$F_{avg-net/kg}$ (N/kg)	0.843**	0.908**	0.708**
$T_{unweight}$ (s)	-0.794**	-0.865**	-0.668*
RFD_{Fpeak} (N/s)	0.608*	0.781**	0.313
$RFD_{95\%Fpeak}$ (N/s)	0.631*	0.796**	0.337
$RFD_{50\%Fpeak}$ (N/s)	0.745**	0.826**	0.538
RFD_{100ms} (N/s)	0.743**	0.800**	0.516
RFD_{200ms} (N/s)	0.722**	0.854**	0.494
J (N.s)	-0.025	0.211	0.008
J_{kg} (N.s/kg)	0.560	0.496	0.468
J_{net} (N.s)	0.508	0.537	0.446
$J_{net/kg}$ (N.s/kg)	0.560	0.496	0.468
P_{weight} (W)	0.748**	0.890**	0.768**
$P_{weight/kg}$ (W/kg)	0.817**	0.898**	0.819**
P_{force} (W)	0.734**	0.949**	0.628*
$P_{force/kg}$ (W/kg)	0.802**	0.960**	0.676*

Redpoint: стил на преминаване на маршрут след предварително разучаване); *on-sight*: стил на преминаване на маршрут без предварително разучаване; F_{peak} : пикова сила; $F_{peak/kg}$: F_{peak} отнесена към телесната маса; $F_{peak-net}$: пикова сила – нето (F_{peak} минус собственото тегло); $F_{peak-net/kg}$: $F_{peak-net}$ отнесена към телесната маса; F_{avg} : средна сила; $F_{avg/kg}$: средна сила, отнесена към телесната маса; $F_{avg-net}$: средна сила – нето; $F_{avg-net/kg}$: $F_{avg-net}$ отнесена към телесната маса; $T_{unweight}$: време до достигане на фазата на олекотяване (до момента, в който прилаганата сила се изравнява със собственото тегло и след който става по-ниска от него); RFD_{Fpeak} : темп на развитие на силата до F_{peak} ; $RFD_{95\%Fpeak}$: темп на развитие на силата до 95% F_{peak} ; $RFD_{50\%Fpeak}$: темп на развитие на силата до 50% F_{peak} ; RFD_{100ms} : темп на развитие на силата до 100 ms от началото на усилието; RFD_{200ms} : темп на развитие на силата до 200 ms от началото на усилието; J : импулс на силата; J_{kg} : J отнесен към телесната маса; J_{net} : импулс на силата – нето; $J_{net/kg}$: J_{net} отнесен към телесната маса; P_{weight} : мощност, изчислена на базата на собственото тегло; $P_{weight/kg}$: P_{weight} отнесена към телесната маса; P_{force} : мощност, изчислена на базата на измерената сила; $P_{force/kg}$: P_{force} отнесена към телесната маса; * значими корелации при $p < 0.05$; ** значими корелации при $p < 0.01$.

Таблица 16 Корелации между спортните постижения и резултатите от теста за взривна сила “бързо набиране”

Параметър	Спортни постижения		
	Red-point	On-sight	Boulder
F_{peak} (N)	-0.071	0.007	0.287
$F_{peak/kg}$ (N/kg)	0.191	0.145	0.438
$F_{peak-net}$ (N)	0.109	0.106	0.401
$F_{peak-net/kg}$ (N/kg)	0.191	0.145	0.438
F_{avg} (N)	-0.149	-0.047	0.225
$F_{avg/kg}$ (N/kg)	0.246	0.165	0.498
$F_{avg-net}$ (N)	0.155	0.126	0.459
$F_{avg-net/kg}$ (N/kg)	0.246	0.165	0.498
$T_{unweight}$ (s)	-0.461	-0.407	-0.724**
$T_{theor-unweight}$ (s)	-0.268	-0.109	-0.226
RFD_{Fpeak} (N/s)	0.097	0.071	0.335
$RFD_{95\%Fpeak}$ (N/s)	0.103	0.071	0.334
$RFD_{50\%Fpeak}$ (N/s)	0.110	0.037	0.308
RFD_{100ms} (N/s)	0.092	0.011	0.294
RFD_{200ms} (N/s)	0.044	0.131	0.184
$T_{125\%BW}$ (s)	-0.329	-0.199	-0.404
J (N.s)	-0.301	-0.111	-0.131
J_{kg} (N.s/kg)	-0.203	-0.055	-0.076
J_{net} (N.s)	0.007	0.075	0.331
$J_{net/kg}$ (N.s/kg)	0.104	0.120	0.394
P_{weight} (W)	0.006	-0.077	0.168
$P_{weight/kg}$ (W/kg)	0.245	0.063	0.212
P_{force} (W)	0.099	0.014	0.323
$P_{force/kg}$ (W/kg)	0.272	0.109	0.349

F_{peak} : пикова сила; $F_{peak/kg}$: F_{peak} отнесена към телесната маса; $F_{peak-net}$: пикова сила – нето (F_{peak} минус собственото тегло); $F_{peak-net/kg}$: $F_{peak-net}$ отнесена към телесната маса; F_{avg} : средна сила; $F_{avg/kg}$: средна сила, отнесена към телесната маса; $F_{avg-net}$: средна сила – нето; $F_{avg-net/kg}$: $F_{avg-net}$ отнесена към телесната маса; $T_{unweight}$: време до достигане на фазата на олекотяване (до момента, в който прилаганата сила се изравнява със собственото тегло и след който тя става по-ниска от него); $T_{theor-unweight}$: теоретично време до достигане на фазата на олекотяване (изчислено чрез екстраполация в случай на нелинейност в крайната част на кривата); RFD_{Fpeak} : темп на развитие на силата до F_{peak} ; $RFD_{95\%Fpeak}$: темп на развитие на силата до 95% F_{peak} ; $RFD_{50\%Fpeak}$: темп на развитие на силата до 50% F_{peak} ; RFD_{100ms} : темп на развитие на силата до 100 ms от началото на усилюето; RFD_{200ms} : темп на развитие на силата до 200 ms от началото на усилюето; $T_{125\%BW}$ (s): време за достигане на сила представляваща 125% от собственото тегло; J : импулс на силата; J_{kg} : J , отнесен към телесната маса; J_{net} : импулс на силата – нето; $J_{net/kg}$: J_{net} отнесен към телесната маса; P_{weight} : мощност, изчислена на базата на собственото тегло; $P_{weight/kg}$: P_{weight} отнесена към телесната маса; P_{force} : мощност, изчислена на базата на измерената сила; $P_{force/kg}$: P_{force} отнесена към телесната маса; * значими корелации при $p < 0.05$; ** значими корелации при $p < 0.01$.

Наличието на значими зависимости между изследваните параметри и спортните постижения свидетелства за това, че тестовите са критериално валидни и подходящи за контрола на тренировъчния процес в спортното катерене. Установените коефициенти на корелация между спортните постижения и силовите характеристики на тестовите за взривна сила са нови данни, тъй като изследователите, които са прилагали тези тестове, не са разполагали със специализирани динамометри, даващи възможност да се измерва прилаганата по време на набиране сила върху опорите на ръцете.

Силовите параметри, времето и мощностите, отчитани с теста power slap са валидни по отношение на спортното постижение в катеренето. Трябва да се има предвид обаче, че основният резултат от този тест е достигнатото разстояние, което корелира значимо само с боулдър постижението на участниците. Това трябва да значи, че взривните набирания за достигане на по-далечни хватки са по-важни за боулдъра, отколкото за спортното катерене при напреднали катерачи. Отново за боулдери се оказва по-полезен тестът „бързо набиране“. Корелационният анализ показва, че, колкото за по-кратко време се набира катерачът, толкова по-труден боулдър е възможно да премине. Липсата на значими корелации между спортните постижения и останалите параметри на този тест вероятно се дължи на непълното реализиране както на максималния силов потенциал, така и на темпа на развитие на силата. Това предположение намира логика във факта, че извършената

работа за единица време, т.е. мощността, е функция от генерираната сила и скоростта на мускулното съкращение, което пък се определя от темпа на развитие на силата. Логично е да се счита, че след като задачата в теста „бързо набиране“ е катерачът да се набере за възможно най-кратко време, скоростта на мускулното съкращение и съответно темпът на развитие на силата да са по-важни за резултата в теста от максималния силов потенциал. В теста „бързо набиране“ преместването е ограничено от дължината на горния крайник и след набирането не се използва създадената инерционна сила за по-нататъшно придвижване, така както по време на катерене или в теста power slap. В теста power slap участниците са реализирали в по-голяма степен максималния си силов потенциал и способността бързо да активират мускулните влакна. Но изявата на максималния силов потенциал в теста бързо набиране е ограничен от теглото на катерачите. Това е още една възможна причина за невъзможността за нереализиране на максималния силов потенциал по време на бързото набиране.

Заклучение: силата на сгъвачите на пръстите при специфичен хват и на раменния пояс, отчетена с теста „блок“, имат равни значения за успеха в катеренето. За разлика от изследването на Ozimek et al. (2016), единственото където намерихме чужди данни за теста набиране с две ръце с тежести, в настоящото изследване е открита голяма сила на зависимостта между относителната сила, регистрирана в този тест, и спортните постижения (R достига до 0.843). В теста „блок“ за мускулна издръжливост на раменния пояс фактът, че относителният импулс на силата корелира силно и достоверно със спортните постижения е нов. Досега се е знаело само, че катерачите се отличават значимо ($p < 0.05$) от популации, които не се занимават с катерене.

Съществуват много резултати от тестове за мускулна издръжливост на сгъвачите на пръстите при интензивност, зададена като процент от максималната волева контракция. Болшинството от тях обаче са свързани с тестове, изпълнени при интензивност 60% MVC или по-ниска (Baláš et al 2016, Fryer et al. 2015, Michailov et al. 2018). Настоящото изследване показва, че тестът вис на сгънати ръце в голяма степен детерминира спортното постижение (49%), както е посочвано и по-рано (Baláš et al. 2012).

3.2.2. Съответствие между различните параметри и двигателни тестове

Резултати

Степента, в която един параметър детерминира друг параметър или резултат от даден тест съответства на друг тест носи информация за конструктивната валидност на измерваните признаци. Т.е. доколко даден тест или параметър носят информация за конкретен латентен признак, както и доколко даден тест може да замени друг. В тази глава са представени сведения за конструктивната валидност на разстоянието постигнато в теста „power slap“, импулса на силата в същия тест, мощността и градиентите на силата в двата теста за взривна сила (power slap и бързо набиране), както и за резултатите от тестовете за максимална сила.

Съответствие между теста „блок“ и набиране с две ръце

Максималната сила в теста „блок“ е с 363 N по-ниска от максималната сила в набирането с две ръце (таблица 4, фиг. 14). Тази разлика е статистически достоверна ($p < 0.001$) и долната и горна граница на съгласие са отдалечени, но сравнително ниската стандартна грешка на оценката ($SEM = 53$ N) и високата вътрешнокласова корелация ($ICC = 0.781$)

показват добро съответствие между двата теста. Освен това регресионният модел, при който максималната сила при набиране с две ръце ($F_{\text{мах-набиране-2ръце}}$) е зависима променлива, а максималната сила от теста „блок“ ($F_{\text{мах-блок}}$) е независима променлива, е адекватен. $R = 0.879$, $R^2 = 0.754$, $F = 40.909$, $p < 0.001$. Уравнението, изразяващо зависимостта, има следния вид: $F_{\text{мах-набиране-2ръце}} (N) = 23.707 + 1.446 * F_{\text{мах-блок}} (N)$

Таблица 17 Съответствие между максималната сила от теста „блок“ и набирането с две ръце

Средни стойности $F_{\text{мах-блок}} \pm$ SD (N)	Средни стойности $F_{\text{мах-набиране}} \pm$ SD (N)	p	95% LOA	SEM	ICC
762 \pm 87	1125 \pm 144	< 0.001	-517 – -209	53	0.781

$F_{\text{мах-блок}}$: максимална сила от теста „блок“; $F_{\text{мах-набиране-2ръце}}$: максимална сила от набирането на две ръце; LOA: граници на съгласие; SEM: стандартна грешка на измерването; ICC: вътреинтеркласов коефициент на корелация.



Фиг. 13 Блант-Алتمان плот, илюстриращ съответствието между максималната сила от теста „блок“ и набиране с две ръце.

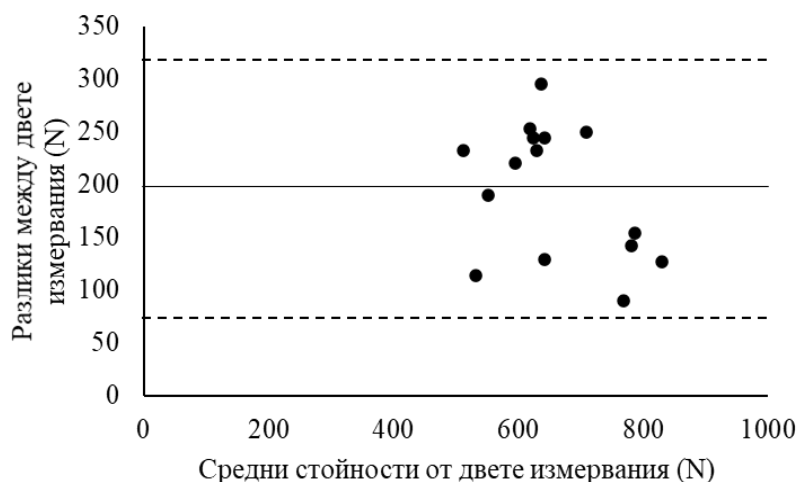
Съответствие между теста „блок“ и набиране с една ръка

Максималната сила в теста „блок“ е с 195 N по-висока от максималната сила в набирането с една ръка (таблица 5, фиг. 2). Тази разлика е статистически достоверна ($p < 0.001$) и долната и горна граница на съгласие са отдалечени, но сравнително ниската стандартна грешка на оценката ($SEM = 42$ N) и високата вътреинтеркласова корелация ($ICC = 0.810$) показват добро съответствие между двата теста. Както при горния случай, регресионният модел, при който максималната сила при набиране с една ръка ($F_{\text{мах-набиране-1ръка}}$) е зависима променлива, а $F_{\text{мах-блок}}$ е независима променлива, е адекватен. $R = 0.833$, $R^2 = 0.671$, $F = 29.507$, $p < 0.001$. Уравнението, изразяващо зависимостта, има следния вид: $F_{\text{мах-набиране-1ръка}} (N) = -244.559 + 1.066 * F_{\text{мах-блок}} (N)$

Таблица 18 Съответствие между максималната сила от теста „блок“ и набирането с една ръце

Средни стойности $F_{\text{мах-блок}} \pm \text{SD (N)}$	Средни стойности $F_{\text{мах-набиране}} \pm \text{SD (N)}$	P	95% LOA	SEM	ICC
762 ± 87	567 ± 115	< 0.001	66 – 323	42	0.810

$F_{\text{мах-блок}}$: максимална сила от теста „блок“; $F_{\text{мах-набиране-1ръка}}$: максимална сила от набирането на една ръка; LOA: граници на съгласие; SEM: стандартна грешка на измерването; ICC: вътреинекласов коефициент на корелация.



Фиг. 14 Блант-Алتمان плот, илюстриращ съответствието между максималната сила от теста „блок“ и набиране с една ръка.

Съответствие между максималната сила при набиране и средната сила при взривните тестове

Множественият стъпков регресионен анализ, показва че има зависимост също между $F_{\text{мах-набиране-2ръце}}$ и средната нето сила от теста “power slap” ($F_{\text{avg-net-PS}}$) и теста „бързо набиране“.

Регресионният модел, при който $F_{\text{мах-набиране-2ръце}}$ е зависима променлива, а $F_{\text{avg-net-PS}}$ е независима променлива, е адекватен. $R = 0.925$, $R^2 = 0.842$, $F = 59.608$, $p < 0.001$. Уравнението, изразяващо зависимостта, има следния вид:

$$F_{\text{мах-набиране-2ръце}} = 781.839 + 2.086 * F_{\text{avg-net-power-slap}}$$

Регресионният модел, при който $F_{\text{мах-набиране-2ръце}}$ е зависима променлива, а $F_{\text{avg-net-БН}}$ е независима променлива, е адекватен, но за разлика от горния модел, при този модел коефициентът на детерминация (R^2) не е висок. $R = 0.744$, $R^2 = 0.479$, $F = 7.430$, $p < 0.034$. Уравнението, изразяващо зависимостта, има следния вид:

$$F_{\text{мах-набиране-2ръце}} = 436.839 + 4.695 * F_{\text{avg-net-БН}}$$

Данните от регресионния и корелационния анализ свидетелстват за това, че изследваните тестове и техните параметри са конструктивно валидни. Тези данни, както и информацията, свързана с надеждността на параметрите и тяхната връзка със спортните постижения потвърждават и работната хипотеза.

Тестът за максимална сила „блок“, при който се натоварва динамометър чрез изометрично усилие, дърпайки ръкохватка, докато раменната и лакътната става са във 90° флексия, е информативен. Той е едновременно надежден и валиден по отношение на спортното постижение в катеренето (критериална валидност) и признака, който е предназначен да измерва (конструктивна валидност). Доказателствата за неговата надеждност и критериална валидност са поместени в глави 3.2. и 3.3.1. Доказателство за неговата конструктивна валидност е неговото съответствие с резултатите от набирането с една и две ръце, както и от адекватността на регресионните модели, които позволяват резултатите да се прогнозира на базата на максималната сила в теста „блок“ (таблици 4 и 5, фиг. 1 и 2). Този вид прогнозиране е изключително удобен за спортната практика поради трудоемкостта на тестовете, изискващи набиране с тежести. Тестът „блок“ се изпълнява за няколко секунди, а набирането с тежести може да продължи над половин час докато се установи максималната сила. Това води до изтощение.

Тестовете за взривна сила също са надеждни. Това е потвърдено със стойностите на статистическите показатели, поместени в глава 3.2. От настоящата глава става ясно, че част от техните параметри са конструктивно валидни за максималния силов потенциал, а друга част за взривната сила на катерачите. Параметърът от този тест, който най-силно определя достигнатото разстояние, е импулсът на силата, а той в настоящото изследване се определя в най-голяма степен от максималния силов потенциал и в по-малка степен от взривните възможности. Максималният силов потенциал изглежда определя в по-голяма степен мощността, отколкото взривните възможности, отчетени чрез градиентите от същия тест. Мощността, постигната в теста „бързо набиране“ обаче зависи най-много от взривните възможности. Данните от настоящото изследване подсказват, че „по-чисти“ показатели за взривност са градиентите на силата от теста „бързо набиране“, а не от теста „power slap“. В допълнение изглежда, че средната нето сила от теста „power slap“ е по-информативна за максималните силови възможности отколкото средната нето сила от теста „бързо набиране“.

Всичко това показва, че е най-правдоподобно да се смята, че по време на динамични движения за достигане на по-далечни хватки катерачите преместват тялото си и генерират мощност предимно за сметка на максимален силов потенциал, а не на темп на развитие на силата. Това заключение може да не се ограничава само до катерачи на ниво – „напреднали“ и съвпада със становището на Michailov & Baláš (2023). Те допускат, че споменатият начин на генериране на мощност се дължи на липсата на необходимост катерачите да активират голям брой двигателни единици още в ранната фаза на мускулната контракция по време на набиране. Niegl & Fuss (2010) установяват, че докато катерачите скачат с две ръце във въздуха, за да се хванат за далечна хватка те трябва да повдигат центъра на тежестта си около 10 см по-високо, така че да се избегнат големи пикови сили на реакция на опората и да се осигури повече време за „овладяване“ на хватката, т.е. за противодействие на импулса на падащото тяло.

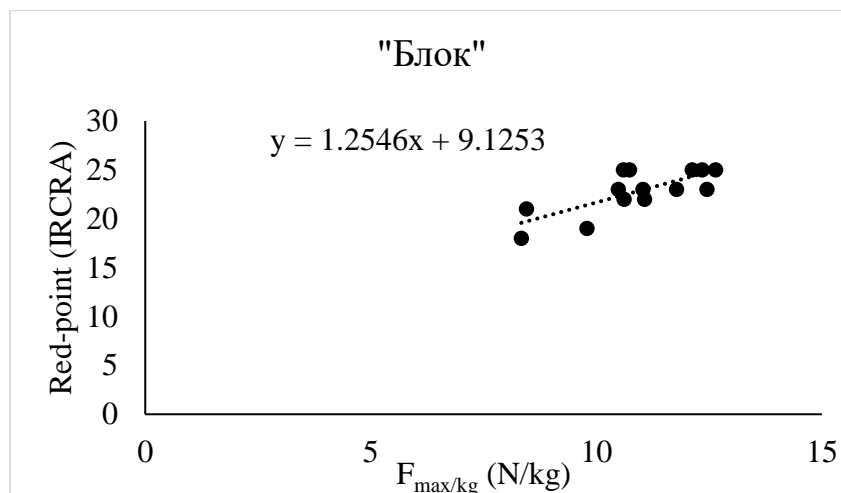
От глава 3.3.1. стана ясно, че мощността и другите параметри от теста power slap, носещи смесена информация корелират силно със спортното постижение. Това показва, че този тест е валиден по отношение на спецификата на натоварването в катеренето.

3.3. ОЦЕНКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ДВИГАТЕЛНИТЕ ТЕСТОВЕ

Статистическите показатели за надеждност и валидност свидетелстват за това, че изследваните тестове са информативни и подходящи за приложение при катерачи. Резултатите от тези тестове обаче биха били по-полezni за оптимизирането на тренировъчния процес в спортното катерене, ако бъдат оценявани. Така ще може да се добие представа доколко са задоволителни личните постижения на отделните катерачи в конкретните тестове. За разлика от първичните резултати от тестовете, точките за оценяване позволяват сравнение на състоянието на признаци, които се отчитат чрез различни мерни единици. Това дава възможност и да се установи профилът на катерача, т.е. да проличат евентуални силни и слаби страни, което ще покаже, доколко катерачът е подготвен балансирано.

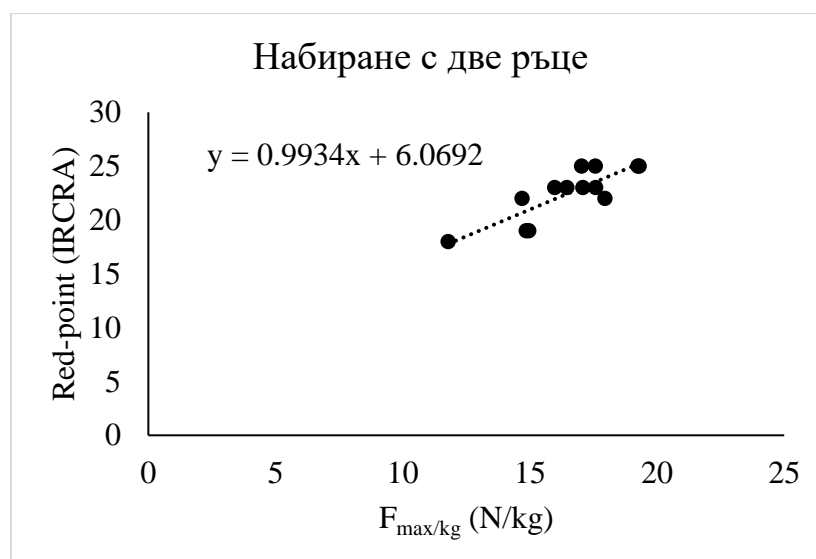
В тази глава са представени уравнения, които да служат за превръщането на параметрите от тестовете, които корелират силно със спортните постижения, в регресионни оценки. Оценките са наречени регресионни, защото тяхното определяне става на базата на регресионния анализ. Благодарение на него са определени силата и формата на зависимостта между даден резултат от тест (зависима променлива) и спортното постижение в стила red-point или boulder (независими променливи), както и стойностите на параметрите на уравненията, служещи за оценяване. На практика то става като резултатите от тестовете се превръщат в категория на трудност. Този вид точки са прогноза на спортното постижение и показват какъв е потенциалът на катерача. Т.е. каква категория на трудност е възможно катерачът да преодолее на базата на текущото ниво на измервания латентен признак. По-долу са представени уравнения за оценяване на резултатите от тестове за максимална и взривна сила, както и статистически показатели за адекватност и прогностична стойност.

3.3.1. Оценка на резултатите от тестовете за максимална сила и мускулна издръжливост



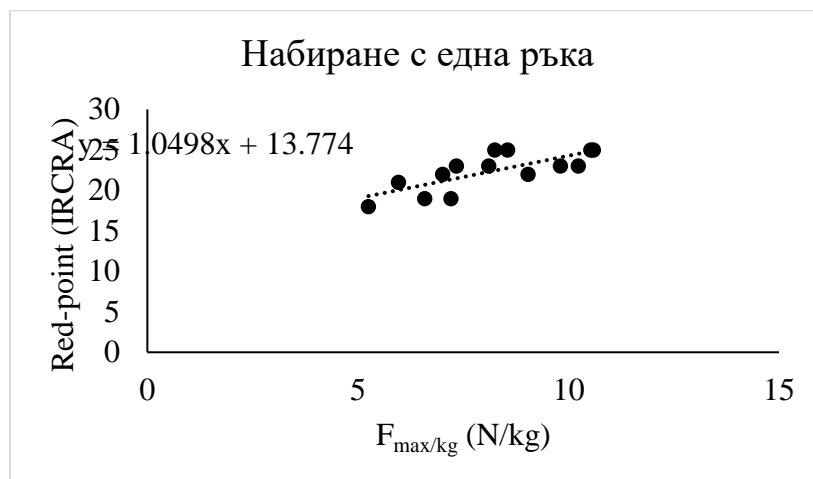
Фиг. 16 Регресионен модел за оценяване на относителната сила ($F_{\max/\text{kg}}$) на мускулатурата на раменния пояс, установена с теста „блок“

Адекватност на модела за оценяване на относителната сила на пръстите: $R = 0.751$, $R^2 = 0.527$, $F = 15.499$, $p = 0.002$.



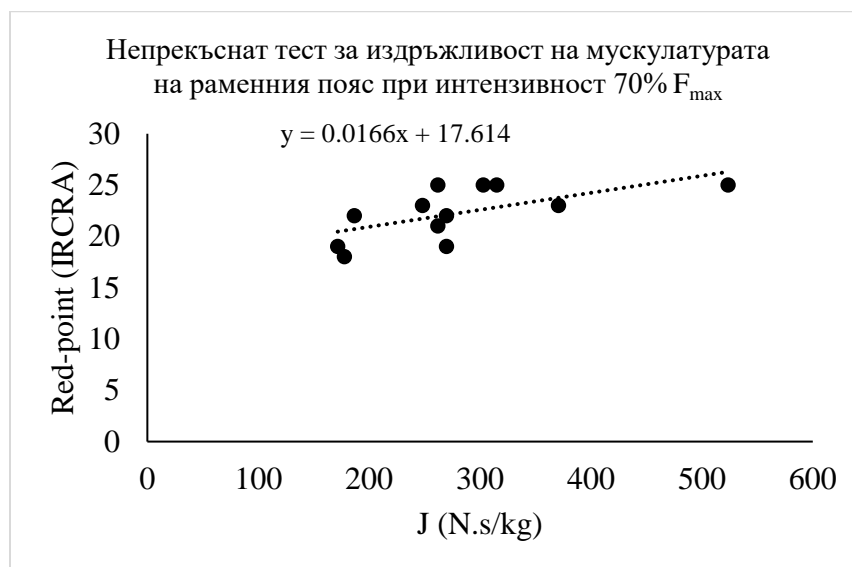
Фиг. 17 Регресионен модел за оценяване на относителната сила ($F_{\max/\text{kg}}$) на мускулатурата на раменния пояс, установена от набирането с две ръце

Адекватност на модела за оценяване на относителната сила на пръстите: $R = 0.843$, $R^2 = 0.684$, $F = 27.029$, $p < 0.001$.



Фиг. 18 Регресионен модел за оценяване на относителната сила ($F_{\max/kg}$) на мускулатурата на раменния пояс, установена от набирането с една ръка

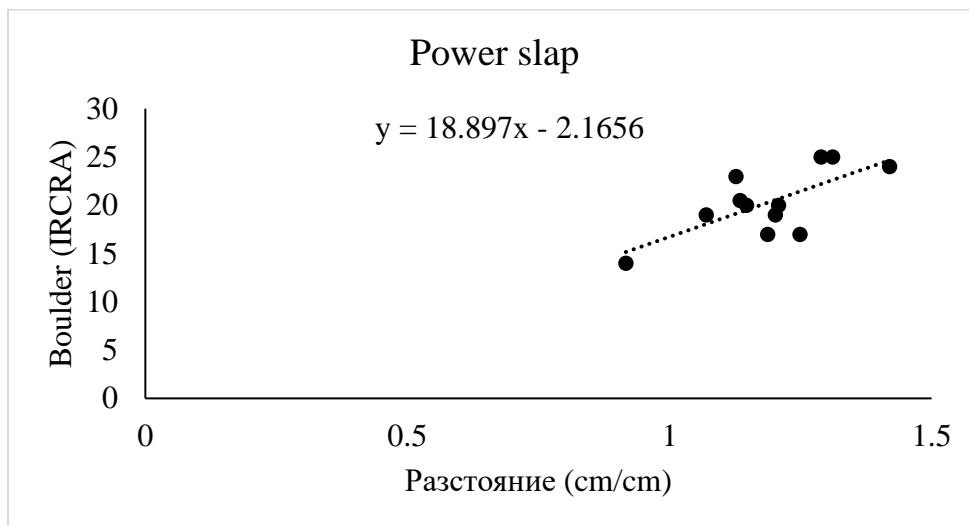
Адекватност на модела за оценяване на относителната сила на пръстите: $R = 0.685$; $R^2 = 0.429$, $F = 11.502$, $p = 0.005$.



Фиг. 20 Регресионен модел за оценяване на издръжливостта на мускулатурата на раменния пояс, представена чрез импулса на силата (J), постигнат при целева сила 70% F_{\max}

Адекватност на модела за оценяване на издръжливостта на мускулатурата на раменния пояс: $R = 0.623$, $R^2 = 0.327$, $F = 6.343$, $p = 0.030$.

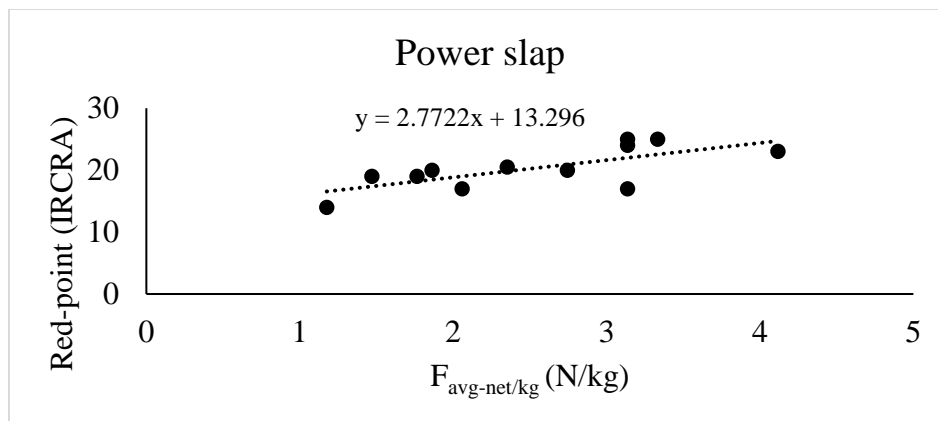
3.3.2. Оценка на резултатите от тестовете за взривна сила



Фиг. 21 Регресионен модел за оценяване на взривната сила на мускулатурата на раменния пояс, представена чрез разстоянието, постигнато в теста “power slap”, отнесено към дължината на горния крайник

Адекватност на модела за оценяване на взривната сила на мускулатурата на раменния пояс чрез прогнозиране на спортното постижение боулдър на базата на постигнатото разстояние в теста “power slap”, отнесено към дължината на горния крайник:

$R = 0.699$, $R^2 = 0.438$, $F = 9.580$, $p = 0.011$.



Фиг. 22 Регресионен модел за оценяване на взривната сила на мускулатурата на раменния пояс чрез средната нето сила ($F_{\text{avg-net/kg}}$), отнесена към телесната маса и постигната в теста “power slap”

Адекватност на модела (установен с множествена стъпкова регресия) за оценяване на взривната сила на мускулатурата на раменния пояс чрез прогнозиране на спортното постижение red-point на базата на средната нето сила ($F_{\text{avg-net/kg}}$), отнесена към телесната маса и постигната в теста “power slap”:

$$R = 0.843, R^2 = 0.681, F = 24.460, p = 0.001.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

На базата на статистическия и логическия анализ на резултатите може да се обобщи, че използваните двигателни тестове са надеждни и валидни, както и подходящи за контрола на тренировъчния процес в спортното катерене. Тестовите също така предоставят подробна и с широк обхват информация за състоянието на специфичната мускулна сила и издръжливост на катерачите поради множеството измервани параметри, които са валидни за различни способности. Освен това настоящото изследване допълва наличните знания по разглеждания проблем, тъй като част от събраните данни са нови и не са публикувани от други автори. Други важни приноси са установяването на значението на силовите качества на мускулатурата на раменния пояс и възможността да се приложат на практика изведените уравнения за оценка на постиженията в тестовите. Всичко това намира по-конкретен израз в следващите две глави.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

ИЗВОДИ:

- 1) Както тестът за максимална сила на сгъвачите на пръстите при специфичен хват, така и тестът „блок“ за максимална сила на мускулатурата на раменния пояс са с отлично ниво на надеждност ($ICC > 0.9$).
- 2) Високите нива на надеждност на времето за набиране и максималната и средна нето сила, постигнати в теста „бързо набиране“ потвърждават неговата приложна стойност.
- 3) В теста “power slap” най-високи нива на надеждност имат достигнатото разстояние, средната нето сила и времето на теста.
- 4) Наличието на значими зависимости между изследваните параметри и спортните постижения свидетелстват за приложимостта на същите в спортното катерене.
- 5) При напреднали катерачи взривните набирания за достигане на по-далечни хватки са по-важни за боулдъра, отколкото за спортното катерене дисциплината „трудност“.
- 6) Максималната сила на пръстите и на раменния пояс имат равни значения. Издръжливостта на двете мускулни групи е със сходна важност, но е по-малък фактор за постижението от максималната сила.
- 7) Тестът „блок“ си съответства с набиранията с една и/или две ръце и може да ги замени.
- 8) По време на динамични движения за достигане на по-далечни хватки катерачите преместват тялото си и генерират мощност за сметка на максимален силов потенциал, а не на темпа на развитие на силата.
- 9) Показателите за темп на развитие на силата са по-информативни за взривните възможности на катерачите когато са определени чрез теста „бързо набиране“.

ПРЕПОРЪКИ:

- 1) Тестът „блок“ е нужно да получи популярност, тъй като е високоинформативен и неговото изпълнение не отнема много време и енергия в сравнение с набиранията с тежести. По резултатите от теста „блок“ може да се прогнозира максималната сила, която може да се постигне по време набирането с една или две ръце.

2) Катерачите и техните треньори е добре да прилагат представените в настоящия труд тестове за взривна сила и да бъдат добре запознати с въпросите, засегнати в настоящото изследване. Само на базата на подробна информация за състоянието на ключови за постижението в катеренето фактори е възможно успешното оптимизиране на тренировъчния процес.

3) Съвременната тренировъчна и състезателна дейност изискват използването на специализирани динамометри, които да позволяват определянето на параметри като темп на развитието на силата, мощност, време за взривно набиране и други. Тези параметри не може да бъдат установени без използването на апаратура.

4) Треньорите трябва да насочат усилията си и към развиване на максималната сила, взривната сила и мускулната издръжливост на раменния пояс.

5) Способността да се достига далечно разположена хватка чрез динамично набиране може да се оценява чрез теста „power slap“, а взривната сила да се отчита чрез абсолютните и относителните индикатори за темп на развитие на силата (градиенти на силата), измерени чрез теста „бързо набиране“.

ПРИНОСИ:

1) С настоящото изследване за пръв път се предоставя информация за надеждността на теста за взривна сила, при който целта е катерачите да се набират с две ръце за възможно най-кратко време (тест „бързо набиране“).

2) За пръв път тестовете „power slap“ и „бързо набиране“ се изпълняват с отчитане на силата, прилагана върху уреда.

3) Чрез изчисляването на редица механични параметри (включително темп на развитие на силата, импулс на силата, средна сила и пикова сила) е предоставена нова и много подробна информация, свързана с изпълнението на двата теста.

4) Чрез определяне на надеждността и валидността на голям набор от специфични за катеренето тестове е проверена тяхната приложимост, както и значимостта на латентните признаци, които те измерват. Това може да помогне на специалистите по-ефективно да построяват тренировъчния процес в катеренето.

5) Създадени са регресионни модели за оценяване на резултатите от изследваните тестове.

6) Предоставена е възможност за по-широко въвеждане в спортната практика на така наречения тест „блок“. Чрез него надеждно се прогнозира силата, която може да се постигне при набирането с една или две ръце. Може да бъде избегнати консумиращи време и трудоемки за организиране тестове.

Публикации, свързани с темата на дисертационния труд:

1. Михайлов М, Андонов Х, Денева Д, Ламбрева С, Грошев О, Йорданов П. Продължителност на изометричните усилия при зададена интензивност в различни видове спорт. Спорт и наука 2017; Извънреден брой 1: 179-192.
2. 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.
3. Ламбрева, Ст. Валидност на теста "Блок" за максимална сила на мускулатурата на раменния пояс при катерачи . „Спорт и наука“, 2024