

НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ

„ВАСИЛ ЛЕВСКИ”

Олег Румянов Христов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**Изследване на кинетичния потенциал и ЕМГ
активността на основни мускулни групи при
различни степени на интензивност в гребането.**

за присъждане на образователна и научна степен „ДОКТОР”
по научна специалност „Теория и методика на физическото възпитание и
спортната тренировка (вкл. Методика на лечебната физкултура)“
Професионално направление 7.6 Спорт.

Научен ръководител:
Проф, Даниела Станимирова Дашева, дн

Официални рецензенти:
Проф. Свилен Емилов Нейков, дн
Проф. Доротея Георгиева Стефанова, дн

СОФИЯ, 2017 г.

Дисертационния труд е обсъден и насочен към официална защита от „Експертния съвет по научна дейност” към НСА „Васил Левски“.

Изложен е на 170 стандартни страници. Включва 9 таблици и 96 фигури. Ползвани са 96 библиографски източника, от които 21 на кирилица и 75 на латиница.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 10.05.2017г. От 14.00 часа, в зала А3 на НСА „Васил Левски”, Студентски град, София.

УВОД

Гребането е цикличен спорт, в който състезателят се придвижва посредством сгъване и разгъване на краката, ръцете и туловището чрез работата на повече от 75% от мускулите на човешкото тяло.

Поради характера на състезателните натоварвания при гребане с 6–7-минутна продължителност, 220–240 загребвания със среден темп от 32–40 загребвания в минута, се налага много добра подготовка както на скоростно-силовата издръжливост на състезателите, така и на техническата им подготвеност. Техниката на гребане предполага много добра координация между отделните сегменти на тялото (крака, ръце и туловище) и междумускулна координация на основните мускулни групи, отговорни за извършването на гребните движения. При заучаване на правилната техника е възможна реализация на пълния силов потенциал.

Именно нивото на владение на техника в гребането от състезателите, едновременно с функционалните им възможности би могло да определя изхода при важни състезания. Поради тази причина експертите от дълги години полагат много усилия и прилагат разнообразни средства за развиването на техническия аспект от подготовката на състезателите по гребане,

При прегледа и анализирането на направените изследвания от редица автори, свързани с техниката на гребане уточнихме **работната хипотеза** на този научен труд да гласи, че чрез изследване на кинетичният потенциал и ЕМГ-активност на основни мускулни групи може да се оптимизира техниката в гребането при различни степени на интензивност.

II. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ, МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

II. 1. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Цел на изследването е усъвършенстване на техниката на гребния цикъл при различни степени на интензивност чрез кинетичен и динамичен анализ на ЕМГ на основни участващи мускулни групи.

Задачи:

- Да се разкрие зависимостта между реализираната мощност и активността на основни мускулни групи (сегменти) от тялото на гребца.
- Да се установи мускулната активност и междумускулната координация при повишаване на интензивността на гребане.
- Да се разкрие зависимост между силовия потенциал и ЕМГ активността на основни мускулни групи.
- Да се установи зависимостта между ЕМГ активността и техниката на гребане при промяната на степените на интензивност.
- Да се разработи алгоритъм за усъвършенстване на техниката на гребния цикъл.

II. 2. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

II. 2.1. Обект на изследването

Обект на изследването е анализът и взаимовръзката между кинетични и ЕМГ-показатели при гребане на гребен ергометър.

II. 2.2. Предмет на изследването

Предмет на изследването са основните компоненти на гребната техника.

1. При повърхностната електрмиография това е мускулната активност в процес на извършване на гребния цикъл. Мускулната активност се измерва в „ μV “, а продължителността на мускулното съкращение в „s“ (секунди).

2. При видео-анализа, това са промените в кинематичен аспект на пространствено- времевите характеристики на движенията на изследваните лица.

3. Силата, приложена в ръкохватката от изследваните лица са съответните тензометрични устройства. Данните от които показват крайния ефект от изпълнението на движението.

II. 2.3. Изследван контингент

Контингент на изследване в този труд са 15 състезатели по гребане, мъже, от които 12 елитни – трима от тях са участници в олимпийски игри, девет – в световни първенства и трима са активно трениращи с поне 4-годишен опит в спортни клубове по гребане. Изследваният е описан в Приложение 1.

Изследваните състезатели трябваше да реализират четири повторни натоварвания с продължителност на всяко 1 минута и почивка между тях 2 минути. Натоварване бе определено спрямо максималното постижение на всеки състезател на 2000 метра. Съответно бяха изчислени четири натоварвания – 70%; 80%; 90% и

100% от мощността, реализирана на предварителен тест на 2000 метра.

II. 2.4. Основни методи на изследване.

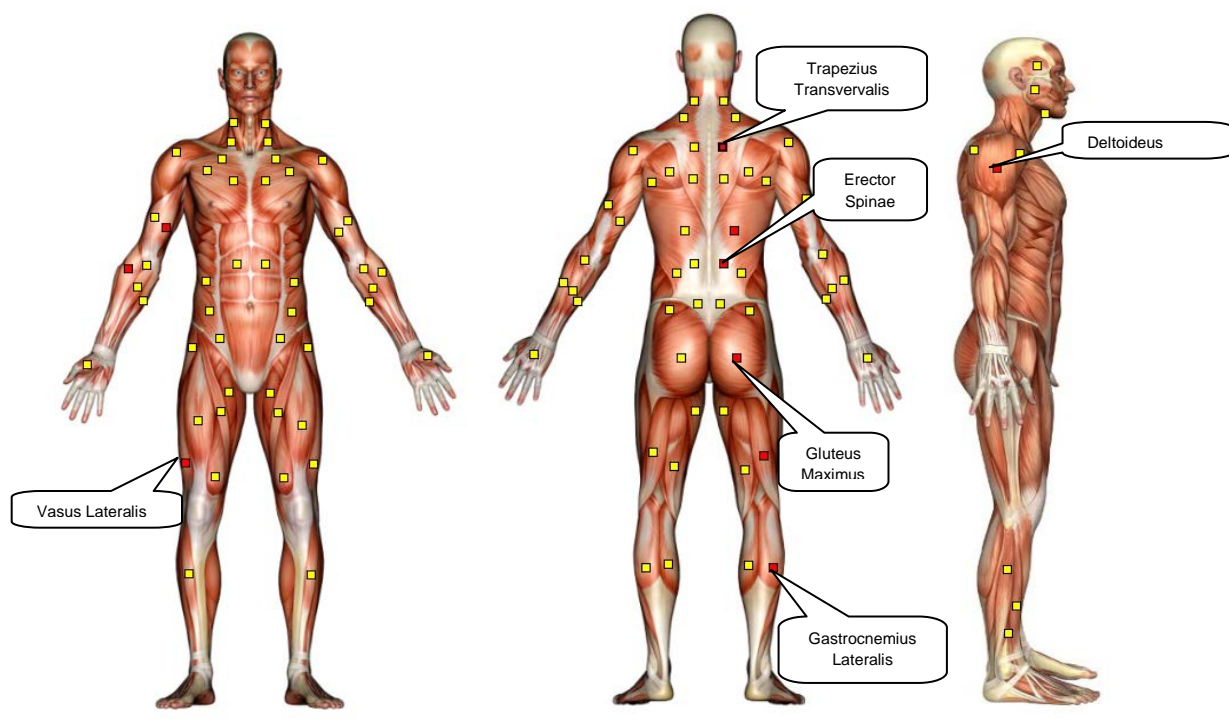
Използвани са две основни групи методи.

- Апаратурни методи:
 - Повърхностна електромиография
 - Видеометрия
 - Тензометрия
- Математико – статистически методи:
 - Корелационен анализ
 - Факторен анализ

Повърхностната електромиография е методика, чрез която се изследва мускулната активност на един или група мускули. Тя позволява изследването само на повърхностните мускули на човешкото тяло.

В това изследване мускулите са осем на брой и са най-големите повърхностни мускули, които участват в извършването на всеки гребен цикъл. Долни крайници, туловище и горни крайници са мислено разделени сегменти на тялото, с което се улеснява онагледяването и обясняването на гребната техника по-детайлно. В това изследване използваме два мускула, с които можем да определим движението на долните крайници; три – за да определим движението на горните крайници и още три – работата на туловището. Мускулите на долните крайници са Gastrocnemius Lateralis (GL) и Vastus Lateralis (VL). Движението на туловището се определя от следните мускули –Erector Spinae (ES), Gluteus Maximus (GM) и Trapezius Transversalis (TT).

Участващите мускули на ръцете са Deltoideus Posterior (DP), Biceps brachii caput longus (BBCL) и Brachioradialis (BRA) (фиг. 2.4.1).

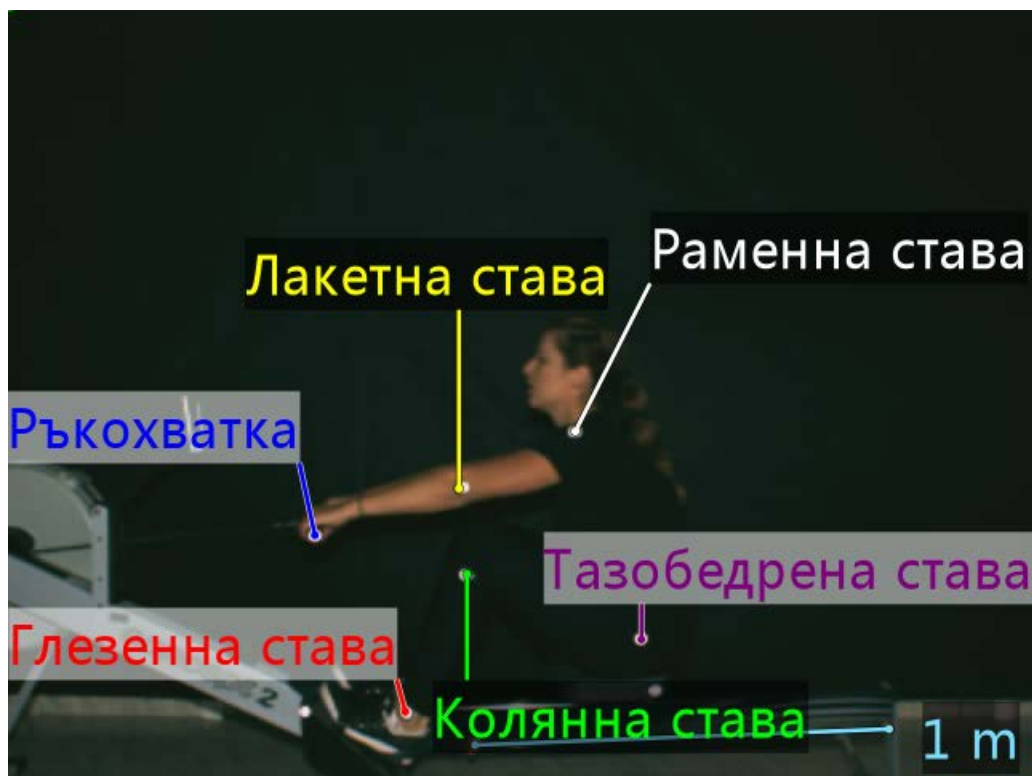


Фиг.2.4.1. Използвани мускули в изследването



Фиг.2.4.11. Система FREEEMG 300 на BTS Bioengineering

Видеометрия е включена в изследването с цел да се визуализират и обработят пространствено – времевите характеристики на гребната техника посредством видео заснемаща и обработваща система. За изследването е използвана американска система Noraxon MyoVideo, която включва камера. Използваната цветна камера е високо честотна – 120 кадъра в секунда, което позволява на системата да проследява светло-отразяващи датчици, предварително поставени върху интересующите изследователя точки от тялото или други обекти. Изискване за автоматичното проследяване на светло-отразяващите датчиците е изследваното лице да е с тъмни дрехи и да се намира пред тъмен фон, за да контрастират датчиците спрямо фона.



Фиг.2.4.13. Точки използвани за проследяване

Тензометрията се използва като метод, с цел количествено онагледяване и анализиране на крайния ефект от работата на изследваното лице.

Горепосочените методики изследват мускулната активност и пространствено – времевите характеристики, но въпреки солидното количество данни, събрани от тях, реализирана сила от изследваното лице се получава само от реални тензометрични данни, отчетени от съответния датчик за измерване на приложената сила.



Фиг.2.4.16. Силов датчик от системата за силов анализ „ForceNet”

Използваната апаратура с наименование „ForceNet” се състои от силови датчици за опън и натиск с капацитет до 300 кг. Поради малкия им габарит, показан на фиг. 2.4.15., както и телеметричното предаване на сигнала позволяват безпрепятственото им използване по време на гребане. Мерните единици за отчитане на силовите параметри в използваната апаратура са различни от тези на система „СИ”, която препоръчва мерна единица Нютон (N), а именно килограми (kg).

$$1\text{N} = 0.10197162099998805 \text{ kg (1)}$$

Параметрите, получени от изследването са осем:

- Пряко изчислени параметри:
 - Watt – Приложена мощност в ръкохватката [W].
 - Fmax – Максимална сила приложена в ръкохватката [kg].
 - Favr – Средна сила приложена в ръкохватката [kg].
 - t-Fmax – Време за достигане на максимална сила [s].
 - Sgrd – Градиент на силата.
- Косвено изчислени параметри
 - W/kg – Относителна мощност [W/kg].
 - Fmax/kg – Относителна максимална сила [kg/kg]
 - Favr/kg – Относителна средна сила [kg/kg].

III. АНАЛИЗ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

След обработката на получените данни от използваните три методики и голямото количество променливи, се налага анализирането на данните да се осъществи в следната последователност:

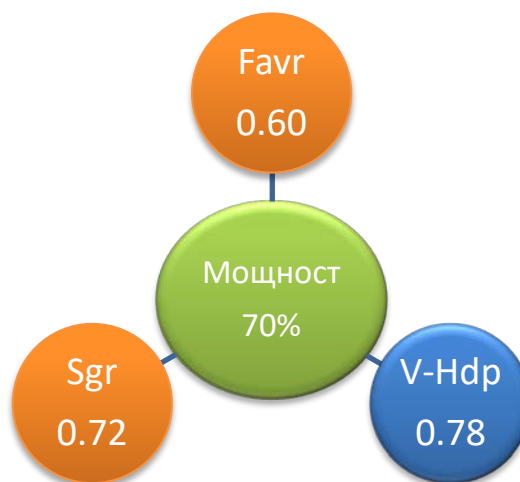
- Анализ и взаимовръзка между кинетични и кинематичните характеристики на изследваните лица.
- Анализ на данните, получени от електромиографското заснемане на активността на изследваните мускули.
- Анализ и взаимовръзки на всички данни, получени в резултат на направеното изследване.

III.1. Резултат, анализ и взаимовръзка на кинетични и кинематични данни

След анализа на индивидуалните промени на основните и важните параметри, определящи работоспособността, е необходимо да установим взаимовръзка между измерените двадесет и пет кинетични и кинематични параметри.

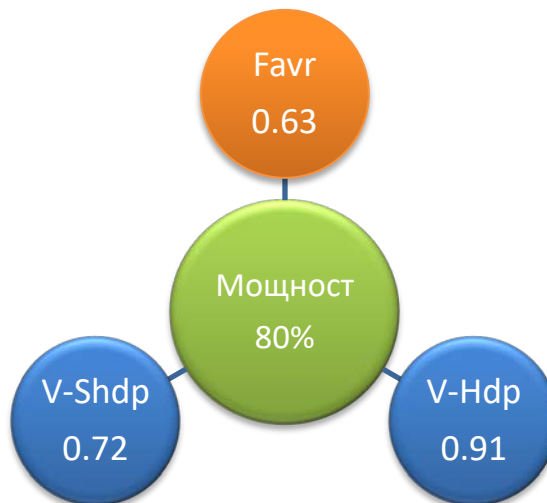
За целта използвахме корелационен и факторен анализ. Приложихме го за всяка интензивност поотделно.

При интензивност от 70% спрямо мощността, установихме висока корелация само с три параметъра – средната сила ($=0.600$), градиента на нарастване на силата ($=0.720$) и скоростта на ръкохватката през работната фаза ($=0.780$). **(фиг. 3.1.14)**



Фиг 3.1.14. Корелационни зависимости на мощността при 70%

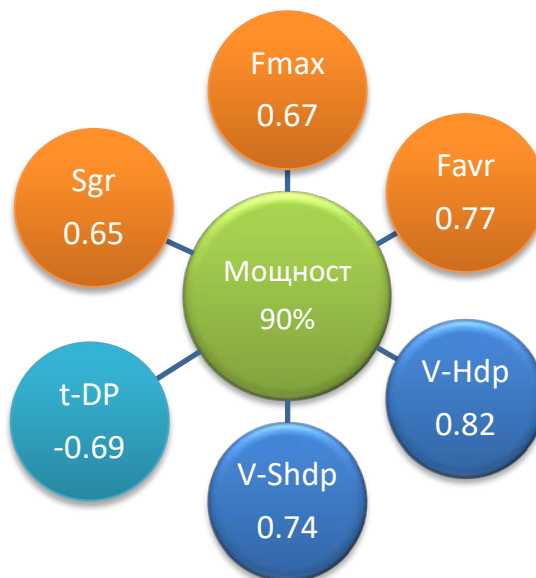
За интензивност 80%, от силовите показатели остава само средната сила с висока корелация от 0.630. От скоростните показатели се включва скоростта на туловището с 0.720 и скоростта на ръкохватката с много висока степен на корелация от 0.910). (фиг. 3.1.15) .



Фиг 3.1.15. Корелационни зависимости на мощността при 80%

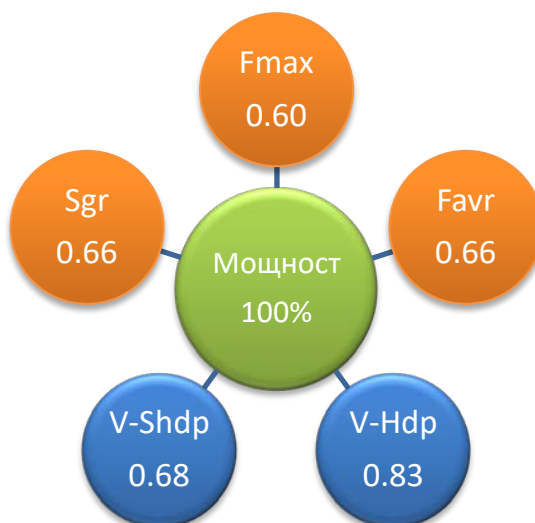
С достигане на мощност от 90%, се включват шест показатели с висока корелационна зависимост. Три от тях са от силовата група, а именно средна (0.770) и максимална сила (0.670) и градиента на силата (0.650). Зависимост има и работата на туловището (0.740) и ръкохватката (0.820) с техните скоростни показатели. При тази

интензивност, като показател с висока корелация се включва и времето за работната фаза (-0.690) – **фиг. 3.1.16.**



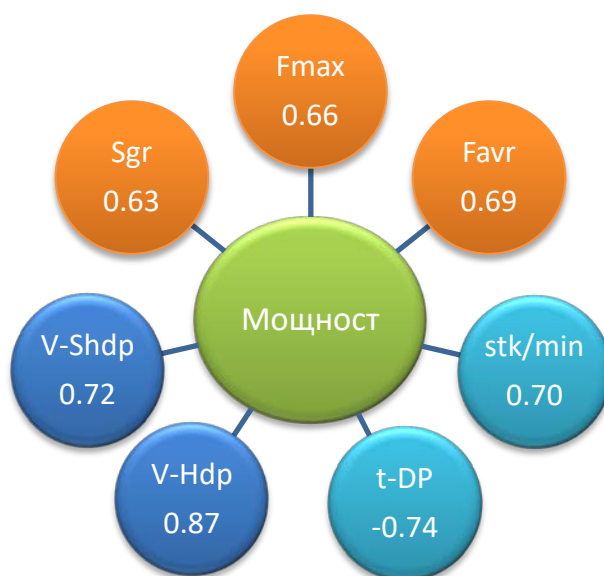
Фиг 3.1.16. Корелационни зависимости на мощността при 90%

При последната 100% интензивност установяваме пет показателя с висока корелационна зависимост спрямо мощността – отново трите силови показателя – максимална сила (0.600), средна сила (0.660) и градиент на нарастване на силата (0.660), както и показателите скорост на ръкохватката (0.830) и на туловището (0.680) в работната фаза на гребния цикъл.). (**фиг. 3.1.17**)



Фиг 3.1.17. Корелационни зависимости на мощността при 100%

Анализът на изложеното по-горе съвсем естествено определя връзката на мощността със силовите показатели, като средна и максимална и градиента на силата, от една страна, и скоростните показатели, като скоростта на ръкохватката и на туловището – от друга страна. Интересно е да се отбележи, че скоростните показатели са с по-високи зависимости отколкото силовите. При анализ на обща корелационна матрица –за всички интензивности се включва и темпът на гребане (0.700) заедно с времето за работната фаза (-0.740) – **фиг. 3.1.18.**



Фиг 3.1.18. Корелационни зависимости на мощността при 100%

За да продължим да търсим взаимовръзките и факторите, които влияят за промяната на мощността при повишаване на интензивността, подложихме данните на факторен анализ. В резултат на анализа, бяха определени три фактора, които включват общо 14 параметъра. Останалите 11 параметъра бяха изключени при факторния анализ, поради несъществения им факторни тегла.

В трите фактора, които бяха определени, се включват различен брой променливи:

В първият фактор, които ние ще наречем условно „**темпови фактор**” се включват параметрите: темп на гребане (stk/min); време за въздушната фаза (t-RP); скорост на слайда през въздушната фаза (V-Srp); скорост на туловището през въздушната фаза (V-Shrp); скорост на ръкохватката през въздушната фаза (V-Hrp); ъглова скорост на туловището през въздушната фаза (V-Trp).

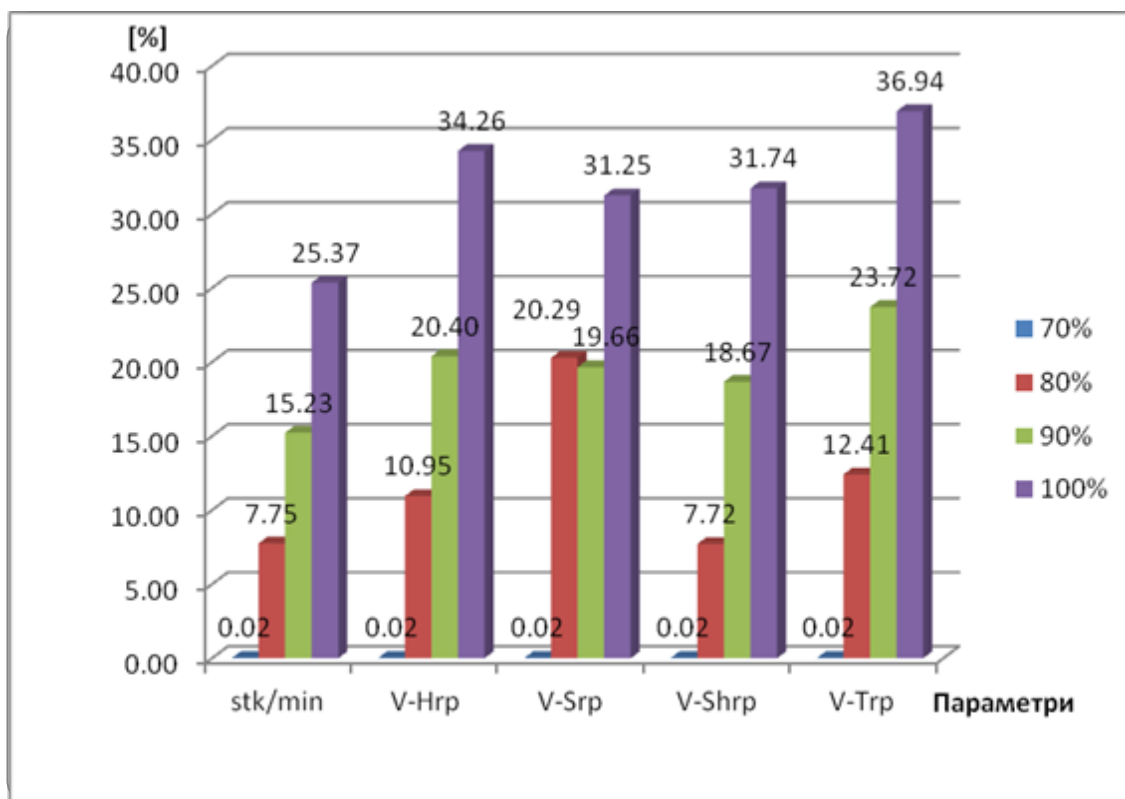


Фиг. 3.1.19. Променливи определящи „темпови фактор” и техните факторни тегла. (n=15)

„**Темпови фактор**” обяснява зависимостта на броя на загребвания за минута от времето на въздушната фаза (t-RP); средната скорост на ръкохватката, слайда и раменият пояс във въздушната фаза (V-Hrp; V-Srp; V-Shrp) и средната ъглова скорост на туловището във въздушната фаза (V-Trp). Най-голяма тежест за образуването на този фактор е t-RP със стойност 0.985, а с най-малка тежест е V-Srp със стойност 0,858). (**фиг. 3.1.19**).

Както се вижда в **фиг. 3.1.20**, с нарастване на темпа на гребане – нарастват пропорционално и средните скорости на всяка от наблюдаваните точки. Изключение прави средната скорост на слайда,

която резко нараства при втората интензивност с цели 22.29%, което води до спадане в третата интензивност с по-малко от 1%.



Фиг 3.1.20. Гарфика за процентното нарастване показателите от първия фактор по стъпалата на интензивност.

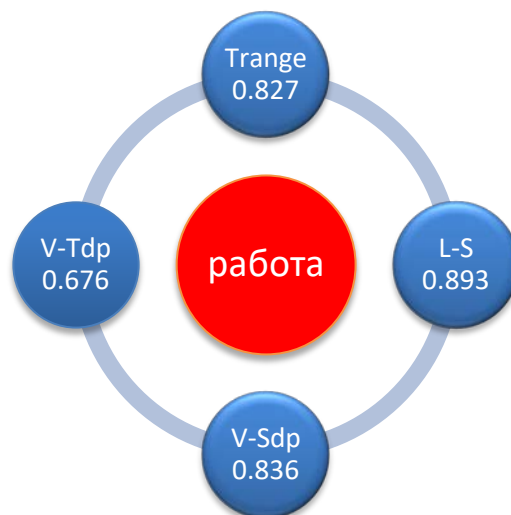
Тези резултати потвърждават установеното при анализа на **фиг.3.1.20**, че нарастването на темпа на гребане се дължи в по-голяма степен на съкращаване времетраенето на въздушната фаза. Това съкращаване е плод на повишените скорости на „работа“ на сегменти на тялото във въздушната фаза на цикъла. С този прием, състезателите търсят път за индиректно повишаване на мощността за гребен цикъл. При работа на гребен ергометър това е реално осъществимо и се наблюдава. Ергометрите отчитат мощността за един цял цикъл, където извършената работа през работната фаза е отнесена към цялото времетраене на цикъл. Естествено по-лесно е да се съкрати времето през въздушната фаза, отколкото през работната, когато се прилага сила. Този подход е по-скоро технически прием, а

не индикатор за повишена работоспособност на състезателите, въпреки по-високата мощност. При гребане на вода такъв технически подход е определено ефективен, защото чрез съкращаване на въздушната фаза се намалява и времето, през което действат съпротивителните сили на водата, въздуха и др. и по този начин се съхранява скоростта на лодката до следващото загребване. И в двата случая обаче, това довежда до съкращаване и на времето за възстановяване през неработна фаза на гребния цикъл и повишава физиологичните изисквания към състезателите.

Във втория фактор „**работа на долни крайници и туловище**” се включват параметрите: скорост на слайда през работната фаза ($V-Sdp$); амплитуда на работа на слайда ($L-S$); ъгловата скорост на туловището през работната фаза ($V-Tdp$) и обща амплитуда на туловището ($Trange$) – **фиг. 3.1.21**.

При него се установи зависимост между променливите образували го, а именно с най-голяма тежест е $L-S = 0.911$, а с най-ниско факторно тегло е $V-Tdp = 0.834$.

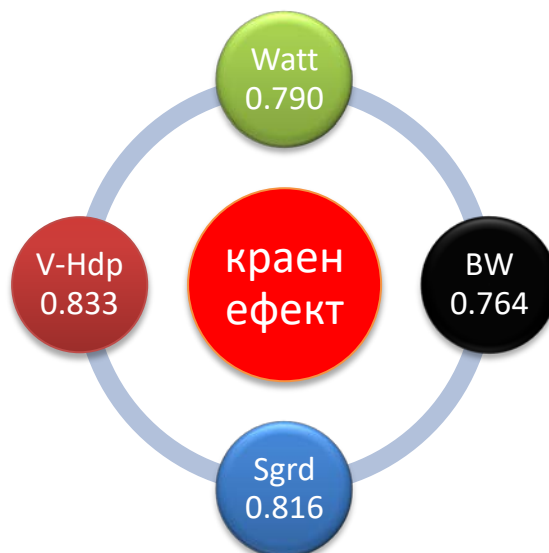
С нарастване степента на интензивност по стъпалата се установи нарастване на скоростта на слайда в работната фаза, също както и ъгловата скорост на туловището в работната фаза и амплитудата на работа на туловището. С минимални промени е разстоянието, което изминава слайдът. Те са в положителен аспект в първите три интензивности, а в четвъртата се наблюдава рязко намаляване на изминатата дължина с 1.58%. Най-голямо увеличение на стойностите си има параметърът $V-Tdp$ с 15.13% спрямо първата интензивност, която е имала абсолютна стойност 64.74 %/сек и е достигнала стойност при последната интензивност от 74.54 %/сек



Фиг.3.1.21. Променливи определящи фактор - „работа на долни крайници и туловище” и техните факторни тегла. (n=15)

Третият фактор включва четири променливи, а именно: личното тегло (масата) на гребца (BW); Watt; градиента на нарастване на силата (Sgrd) и скоростта на ръкохватката през работната фаза (V-Hdp), които определят името му - „краен ефект”.

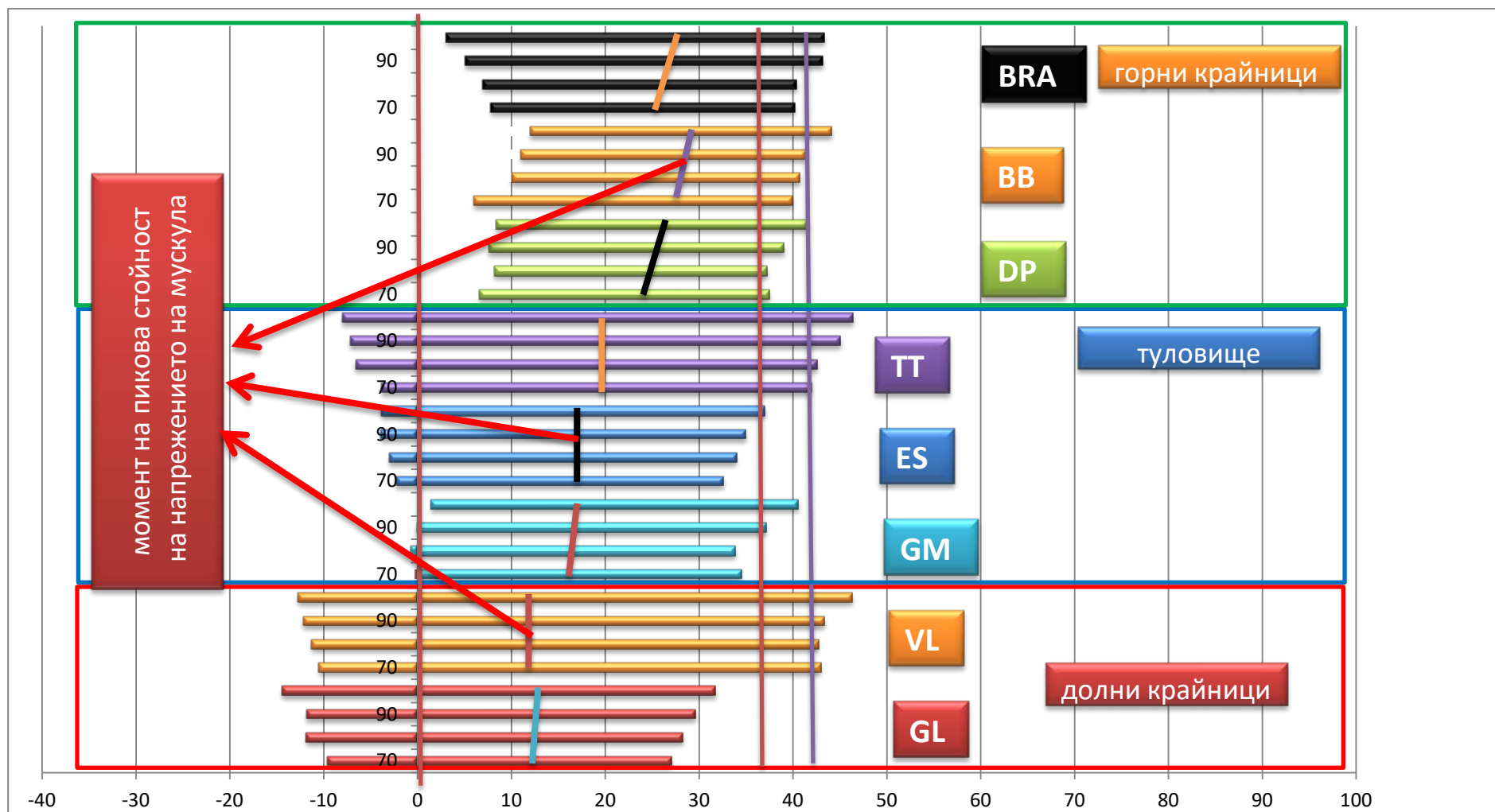
Установено бе, че при нарастване на мощността, с която гребат състезателите, освен нарастването на темпа на гребане нараства и средната скорост на ръкохватката в работната фаза, както и градиентът на приложената сила. Зависимостта беше установена от направения факторен анализ, който обедини параметрите мощност, скорост на ръкохватката в работната фаза, градиента на силата и телесната маса на състезателите в един фактор. Компонентът с най-голяма тежест, определил фактора, е мощността със стойност 0,790, следван от телесната маса на състезателите, скоростта на ръкохватката и с най-малко факторно тегло е градиентът на силата със стойност 0.816.



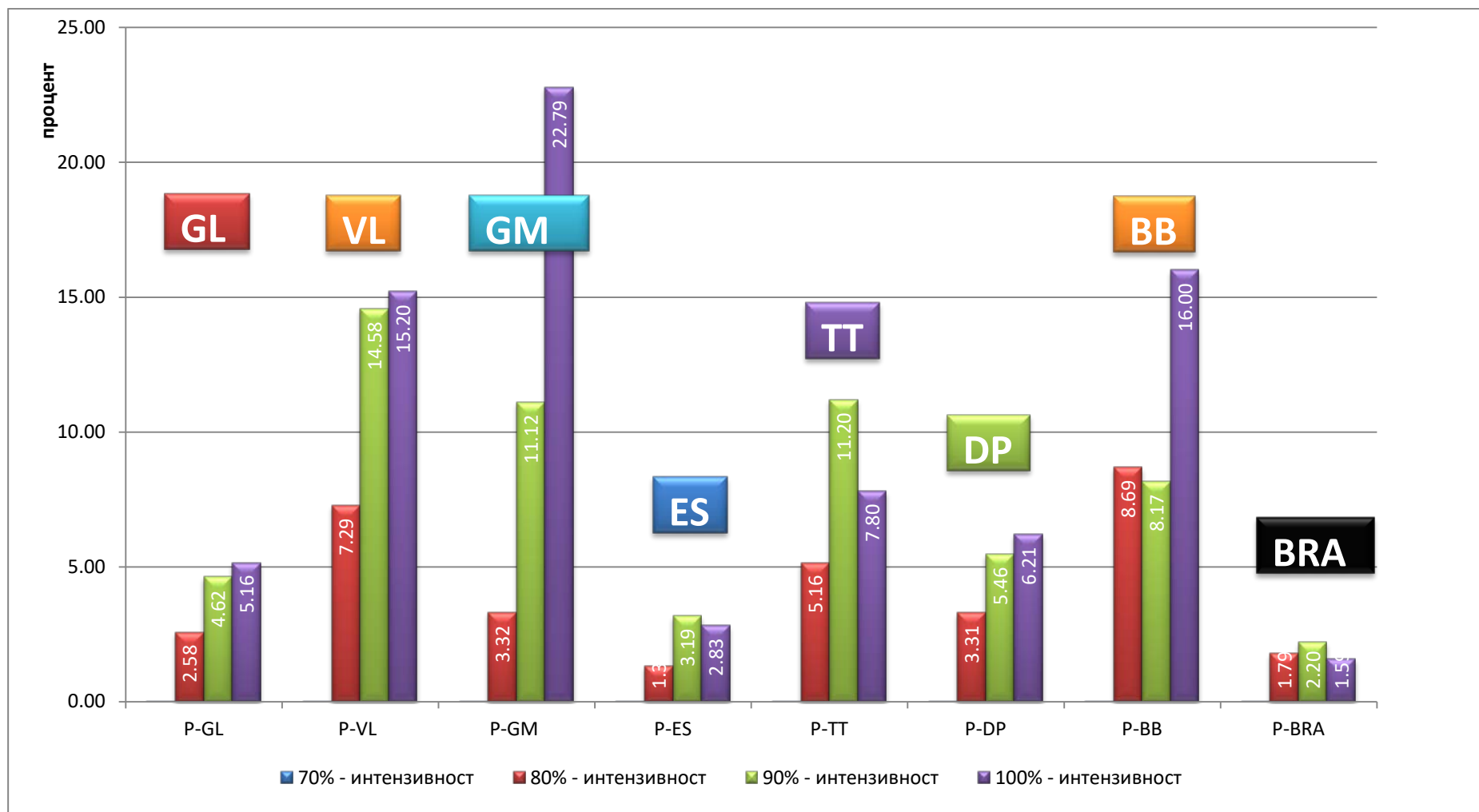
Фиг.3.1.24. Променливи определящи фактор - „краен ефект” и техните факторни тегла. (n=15)

III.2. Резултати, получени от електромиографските данни

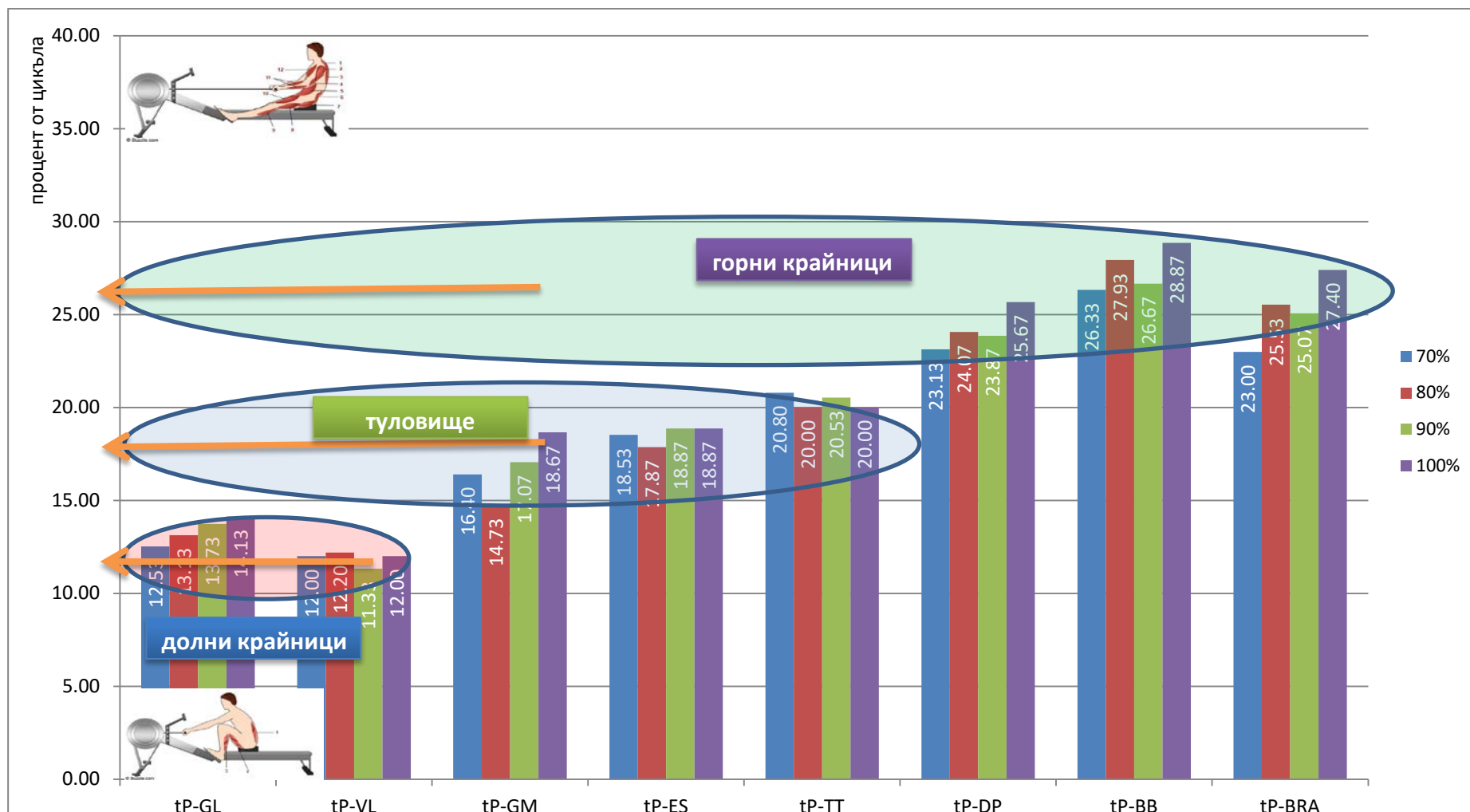
Комплесният израз на ЕМГ-резултатите от изследваните осем мускула демонстрираме чрез **фиг. 3.2.20**



Фиг. 3.2.19. Стойности на диапазона за работата и момента на пикови стойности на изследваните осем мускула по стъпалата на интензивност $n=15$



Фиг. 3.2.20; Процентно нарастване на пиковите стойности на напрежение на изследваните осем мускули по стъпалата на интензивност $n=15$



Фиг. 3.2.21; Позиция на пиковите стойности на напрежение на изследваните осем мускули по стъпалата на интензивност $n=15$.

Обобщеният вид на диапазона и продължителността на работа на изследваните мускули по време на гребния цикъл демонстрираме на **фиг 3.2.20**. Анализът и конкретните стойности направихме по-горе, при анализа на отделните сегменти от тялото на гребеца. От тази фигура е видно разположението на диапазона на работа на тези мускули спрямо работна и въздушната фаза. На същата фигура, както и на **фиг. 3.2.21** са изобразени и моментите на пиково (най-високо) мускулно напрежение за всеки мускул при съответната интензивност.

От изложените графични изрази на резултатите от дейността на изследваните мускули, както и от предходните анализи можем да направим следните изводи относно работата на отделните сегменти от телата на изследваните гребци:

- Мускулите на долните крайници, заради амортизацията при смяна на посоката в предно крайно положение, се активират на около 10–15% преди началото на гребния цикъл. С нарастване на интензивността се установява по-ранна активация, както и по-късна деактивация, която се дължи на по-високата инертност на масата на гребеца. Активната работа на тези мускули е в началото на работната фаза, като пиковите стойности на напрежение са около 11–14% от началото на цикъла през работната фаза. С нарастване на интензивността нараства и напрежението на мускулите, като то е по-голямо за мускул VL и достига до 15,20% при 100% интензивност.
- Мускулите, чрез които изследваме работата на туловището, започват работа малко преди началото или

в началото на работната фаза на цикъла. Те като дейност обхващат почти цялата работна фаза и малко след края ѝ. И тук определена активация се установява преди започване на работната фаза, заради инертните моменти от масата на туловището при смяна на посоките. Това не е свързано с пряка работа за създаване на усилие или пренос на такова от краката. Тук активната работа за осигуряване на силов импулс е малко преди средна част на работна фаза 16-20% от началото на цикъла. Най-голяма динамична активност проявява мускул GM, като той повишава своята активност по стъпалата на активност до 22,75%.

III.3. Взаимовръзка между силовия потенциал и ЕМГ-активността на изследваните мускули

В настоящото проучване основна идея е да проследим динамиката на определени параметри, описващи ЕМГ-сигналите, спрямо кинематични и динамични параметри при работа при нарастваща интензивност, изпълнявани на гребен ергометър. Тъй като мускулната активност определя действията на гребца чрез движение в отделните телесни сегменти и движението на системата (лодка или ергометър), то мускулната координация и интензивността, с която се активират различни мускули, е определящ фактор за реализираната мощност.

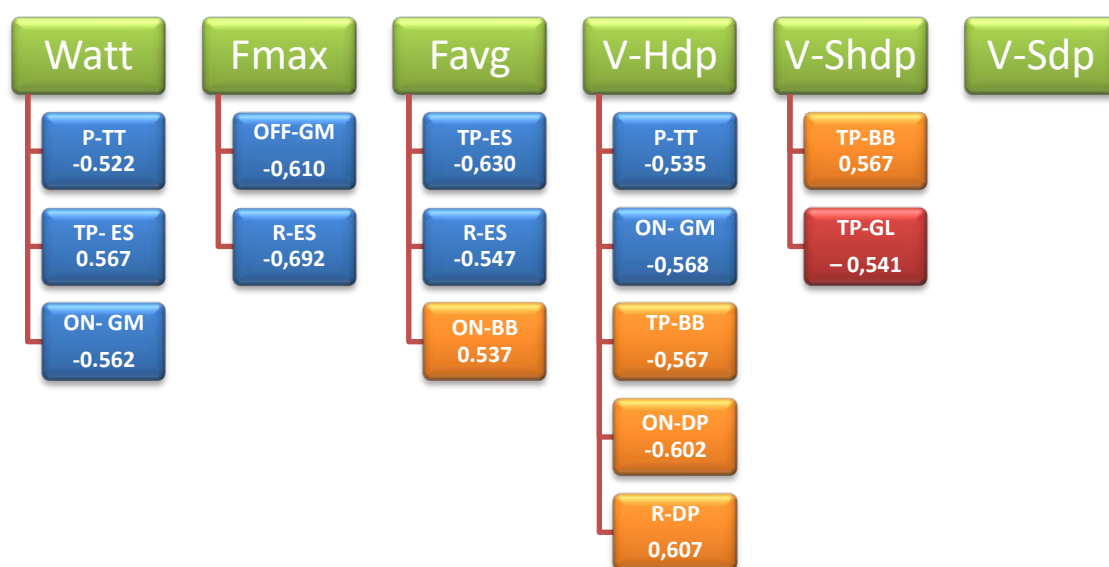
За да потърсим взаимовръзка между параметрите, определящи работоспособността на гребците, представени в глава 3.1. с тези, определящи ЕМГ-активността на изследваните мускули, подложихме данните на корелационен анализ. Анализът беше извършен отделно по стъпалата на интензивност, където интензивността (мощността) е

константна и индивидуална за всеки състезател и за всички интензивности общо, където мощността нараства от 70% до 100%.

Ще представим данни само за статистически значими резултати, които се наблюдават по отношение показателите на работоспособността.

При интензивност от 70%, която е леко натоварване, се наблюдават следните значителни корелации ($p=0.05$ и критична стойност 0,48 при $n=15$)

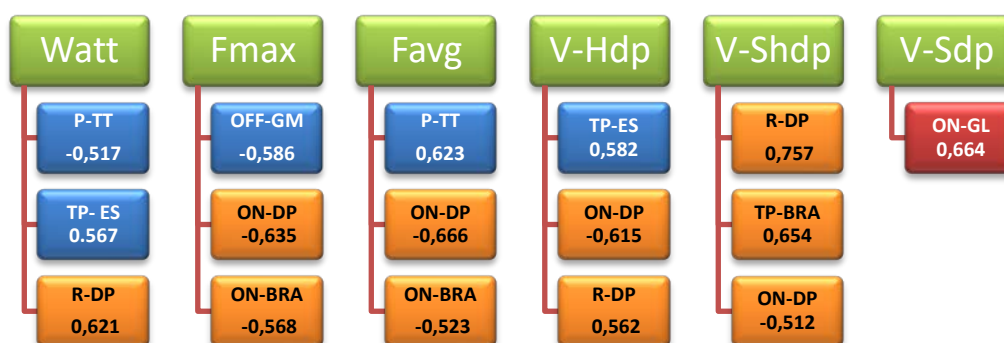
Прави впечатление големият брой показатели, свързани с работата на мускулите, отговорни за работата на туловището (в синьо) и горните крайници (в оранжево). А това са мускулите: Erector Spinae (ES), който отговаря за стабилизацията на гръбначния стълб; Trapezius Transversalis (ТТ) – стабилизатор в раменната става и привеждач на лопатките към гръбначния стълб. Тези два мускула извършват реално малка механична работа, но заради факта, че са отговорни за преноса на голямо по стойност усилие между долните и горните крайници, те имат високо физиологично натоварване.



Фиг.3.3.1. Корелационни зависимости при 70% интензивност

Двата мускула са важни за преноса на силовия импулс, реализираната мощност и тяхната активност. Мускул m. Gluteus Maximus (GM) разгъва туловището в тазобедрената става. Тази функция е основна, свързана със скоростта на ръкохватка, силата и мощността и те зависят от нея. M.Deltoideus Posterior (DP) екстензира горните крайници в раменните стави и заедно с m. Biceps brachii caput longus (BB) са отговорни за изтеглянето на ръкохватката към тялото на гребца. Поради тази тяхна функция, активността им има значение за преноса на сила. От мускулите на долните крайници само m. Gastrocnemius Lateralis, (GL), със времето за достигане на пиковата си стойност, корелира отрицателно спрямо нивото на скоростта на раменете. Тази корелация показва, че ранното активиране на GL ограничава развитието на скоростта на раменната става.

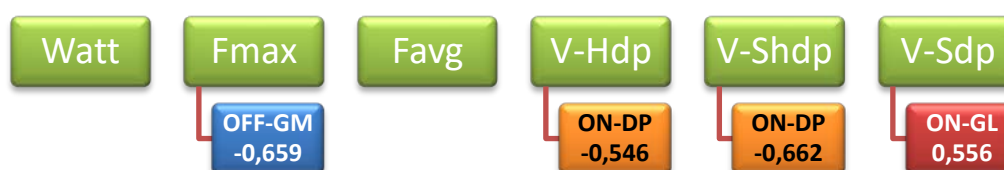
При интензивност от 80%, която по същество е вече умерена , се наблюдават следните значителни корелации – $p=0.05$ и критична стойност 0,48 при $n=15$.



Фиг. 3.3.2: Корелационни зависимости при 80% интензивност

С нарастването на интензивността, се включват повече показатели от мускулите на горните крайници и раменния пояс. Основно място заема зависимостта на извършената работа от Deltoideus Posterior (DP), и от Brachioradialis (BRA). Изглежда с желанието за повишаване на мощността, гребците активират рано ръцете чрез тези мускули, което създава предпоставки за нестабилност за преноса на усилие към ръкохватката и затова силата и мощността започват да зависят от тях. При скоростта на слайда естествено значение има работата на Gastrocnemius Lateralis (GL).

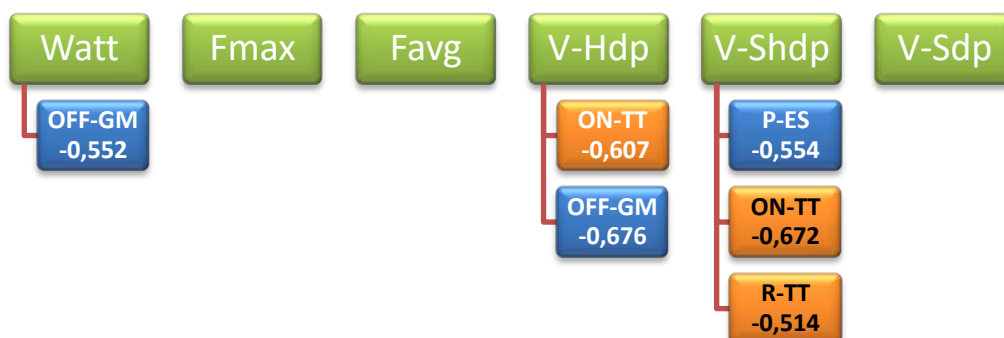
С повишаване на мощността на 90% от максималната, която е в рамките на субмаксималните усилия, броят на наблюдаваните значими корелационни зависимости намалява около ($p=0.05$ и критична стойност 0,48 при $n=15$). От една страна, може би тази интензивност мобилизира състезателите, а от друга – и мускулните групи са в състояние да понесат тази интензивност без проблем. Това може да обясни малкия брой установени зависимости. Характерно е, че отново мускулите Deltoideus Posterior (DP), Gastrocnemius Lateralis (GL) и Gluteus Maximus (GM) участват в зависимостта.



Фиг.3.3.3. Корелационни зависимости при 90% интензивност

При 100% интензивност, когато концентрацията е максимална, вече може да предположим, че потенциалните възможности на

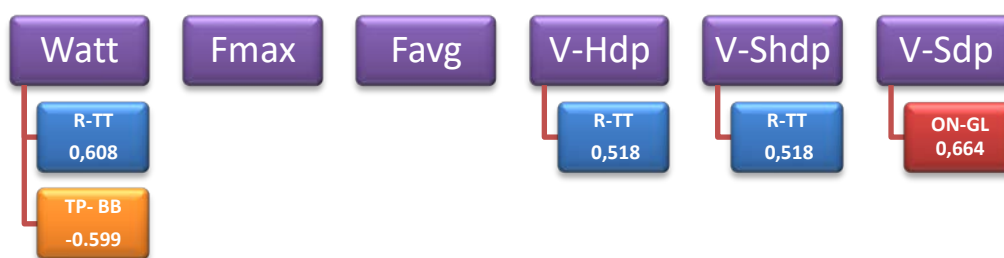
мускулите, както и техническите елементи, могат да определят взаимовръзките, изразени като корелационни зависимости ($p=0.05$ и критична стойност 0,48 при $n=15$).



Фиг.3.3.4. Корелационни зависимости при 100% интензивност

Тук решаваща роля за реализираната мощност, скоростта на ръкохватката и рамената имат Gluteus Maximus (GM) и Erector Spinae (ES). Първият, както подчертахме по-горе, разгъва в тазобедрената става, а вторият трябва да осигури това разгъване. С други думи, за реализирането на висока мощност, разгъването в тазобедрената става е много-важно и то се осигурява от всички мускули в тази област. Второто звено, лимитиращо преноса при тази максимална мощност е m.Trapezius Transversalis (TT). Известно е на всички специалисти по гребане, че когато на един гребец му „увиснат“ раменете напред и той не може да изтегли с тях ръкохватката към себе си, реализираната от него мощност рязко се влошава. В конкретния случай, установената зависимост показва същия ефект.

До сега разглеждахме установените зависимости по стъпалата на интензивност, където мощността на гребане не се променя. Затова подложихме на корелационен анализ ($p=0,05$ и критична стойност 0.25 при $n=60$) всички данни за тези показатели общо, с цел да установим зависимости при нарастването на мощността.



Фиг.3.3.5: Корелационни зависимости на базата на всички стъпала на интензивност

Анализът на тези резултати показва, че скоростта на слайда има значителна зависимост от началото на активацията на Gastrocnemius Lateralis (GL). Той се активира около 12% преди смяната на посоката отпред, за да амортизира спирането на масата на състезателя в крачното устройство и именно тази амортизация забавя прехода в предно крайно положение, което статистически доказва, че е необходимо по-ранно активиране. Този ефект при реално гребане почти сигурно няма да съществува, поради една от малките разлики между гребане на гребен тренажор и в лодка. Мускул Trapezius Transversalis (ТТ) с неговия диапазон на действие е следващият, който лимитира както мощността, така и скоростта на ръкохватката и раменете. Явно с повишаване на мощността той е намалил своята активност и тя се изразява в посочените зависимости. Ранното включване или слабост (невъзможността за пренос на кинетичната енергия към ръкохватката, създадена от долните крайници и туловището) в Biceps brachii caput longus (BB) също е ограничаващ или лимитиращ фактор за преноса на мощност от големите мускулни групи към ръкохватката.

IV. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

IV. 1. Изводи

- 1) Осъщественият задълбочен анализ при гребане на гребен ергометър с различна интензивност, позволи да се разкрият системно-структурни взаимовръзки между основни биомеханични характеристики и ЕМГ-активност на избрани мускулни групи. На тази основа бяха изведени общи закономерности, които определят понятието „биомеханична и физиологична целесъобразност” на гребния цикъл.
- 2) Доказано е на базата на корелационен анализ, че основно значение за реализираната мощност, от една страна, имат силовите показатели – средна сила, максимална и градиента на силата и от друга страна скоростните показатели – скоростта на ръкохватката и на туловището. Интересно е да се отбележи, че скоростните показатели са с по-високи зависимости ($V-Hdp = 0.87$, $V-Shdp = 0.72$), отколкото силовите ($Fmax = 0.66$, $Favg = 0.69$).
- 3) Осъщественият факторен анализ определи три основни фактора при кинетичните показатели:
 - (1) „**Темпови фактор**”, който обяснява зависимостта на броя на загребвания за минута; времето на въздушната фаза ($t-RP$); средната скорост на ръкохватката, слайда и раменния пояс във въздушната фаза и средната ъглова скорост на туловището във въздушната фаза. Най-

голяма тежест при формирането на този фактор е продължителността на подготвителната фаза на гребния цикъл със стойност 0.970, а с най-малка е скоростта на туловището в подготвителната фаза, която е със стойност 0,813.

(2) „**Работа на долните крайници и туловището.**

Установена зависимост тук са променливите, които го образуват, като с най-голяма тежест е амплитудата на работа на слайда = 0.911, а с най-ниско факторно тегло е скоростта на туловището в работната фаза = 0.834.

(3) „**Краен ефект**” - включва четири променливи.

Компонентът с най-голяма тежест е мощността, следван от телесната маса на състезателя, градиента на силата и с най-малко факторно тегло е скоростта на ръкохватката.

- 4) Анализът на промяната на интензивността (мощността) и на нивото на EMG активност показва, че активността на скоростта на слайда зависи от началото на активацията на m.Gastrocnemius Lateralis (GL). Мускул m.Trapezius Transversalis (TT) и m.Gluteus Maximus (GM), с диапазон на действие и момент на активация, лимитират както мощността, така и скоростта на ръкохватката и раменете. Друга критична група са мускулите на горните крайници, които чрез ранното си включване или слабост, m.Biceps brachii caput longus (BB), m.Deltoideus Posterior (DP), също така ограничават преноса на мощност от големите мускулни групи.

- 5) Изследването на индивидуалните динамични режими на работа на основните мускулни групи на състезателите, предоставя уникална възможност за индивидуализация на гребната техника. Установено е, че адаптацията на мускулната координация относно пространствено времевата организация при координация, и увеличаваща се мощност, остава относително стабилна, докато нивото на мускулната активност се увеличава.
- 6) При изследване на мускули, както и на отделните сегменти от тялото, установихме следното:
- Мускулите на долните крайници, заради амортизацията при смяна на посоката в предно крайно положение, се активират на около 10–15% преди началото на гребния цикъл. С нарастване на интензивността се установява по-ранна активация, както и по-късна деактивация, която се дължи на по-високата инертност на масата на гребца. Активната работа на тези мускули е в началото на работната фаза, като пиковите стойности на напрежение са около 11–14% от началото на цикъла през работната фаза. С нарастване на интензивността нараства и напрежението на мускулите, като то е по-голямо за мускул VL и достига до 15.20% при 100% интензивност;
 - Мускулите на туловището, започват работа малко преди началото или в началото на работната фаза на цикъла. Тук определена активация се установява преди започване на работната фаза, заради инертните моменти от масата на туловището при смяна на посоките. Това не е свързано с пряка работа за създаване на усилие или пренос на такова от

краката. Тук активната работа за осигуряване на силов импулс е малко преди средна част на работна фаза - 16-20% от началото на цикъла. Най-голяма динамична активност проявява мускул GM, като той повишава своята активност по стъпалата на активност до 22,75%.

- Ръцете, като най-слаба мускулна група, са длъжни да осигурят преноса на голямата мощност от долните крайници и туловището и затова нормално се активират след пиковите моменти на дейност на краката и туловището. Затова те активно работят във втората половина на работната фаза, като пиковите им стойности са около 24-28% от началото на цикъла. Мускулите на горните крайници работят с най-високо напрежение, защото са най-малки като маса. Най-активно работят мускулите BB и DP като достигат до към 16% нарастване на активността.

IV.2. Препоръки

Данните от разработената система могат да бъдат в основата на процеса на динамично моделиране на двигателните действия в гребането. По този начин могат да се създават и проверяват прогностични модели, които да постигнат предварително зададен ефект. Последното е от огромно значение за научното осигуряване на учебно-тренировъчния процес, за неговата индивидуализация и разкриване на интимния характер на сложните взаимовръзки между физическите качества и координационни способности. Получената по този начин информация без съмнение води до ускоряване на процеса за усъвършенстване на спортно-техническото майсторство в спорта гребане.

Установените научни факти, по отношение на двигателните действия на гребците, при условия на нарастване на интензивността, сочат няколко области на оптимизиране на тренировъчния процес:

- Определяне на индивидуалните стилови особености чрез анализ на микрофазите и мускулната активност на гребния цикъл. Този анализ трябва да бъде реализиран на основа на колебанието и вариациите на мускулната активност при нарастване на мощността. Стилът на гребане за всеки състезател трябва да се изучава подробно, за да се определят индивидуалните и специфичните за него лимитиращи мускули или мускулни групи.
- При повишаване интензивността, което е свързано и с повишаване на темпа на гребане, акцентът трябва да бъде върху скоростната съставка, а не върху силовата на скоростно-силовата мускулна дейност. Възможността да се повишава скоростта на движението на масата на гребеца, води до повишаване на мощността. Удържането и плавното повишаване на мощността от началото към края на цикъла, трябва да се усъвършенства вместо идеята за по-висок пик на силата през работната фаза.
- Темпът на гребане не трябва да се ограничава през подготвителния период. Той трябва да следва естествена пропорционалност с мощността на гребния цикъл. Необходимо е да се обръща повече внимание на елементите от гребния цикъл, свързани с въздушната фаза, особено при висок темп, където тя се съкращава значително.

- Необходимо е адаптиране на тренировъчния процес към скоростно-силови качества на отделните мускулни групи към изискванията на спецификата на гребането. Трябва да се осъзнае, че основно значение за реализиране на тази специфика са максималните силови възможности на гребците. От съществено значение и голям резерв е поддържане на нивото на максимална сила през специално-подготвителния и състезателен период, когато чрез реалното гребане се извършва силова издръжливост и мускулния напречник намалява .
- Приложената методика е подходяща за селекция на екипажи. Индивидуалните лодки могат да се селектират на базата на възможностите на гребците да генерират големи силови импулси, а многоместните трябва да се определят по сходни профили и характера на мускулна дейност, за да се балансира кумулативния ефект от движението на масата им. Успехът във всяка една от тези области изисква обобщаване на информацията от подобни проучвания.

Списък с публикации свързани с темата на дисертациония труд

- 1.** Христов, О. (2014). INVESTIGATION OF MUSCULAR COORDINATION AT DIFFERENT INTENSITY IN ROWING. Sport, Stress, Adaptation scientific journal extra issue, p.962-966
- 2.** Христов, О. (2017). АНАЛИЗ НА АКТИВНОСТТА И АДАПТАЦИЯТА НА МУСКУЛИ, УЧАСТВАЩИ В ГРЕБНОТО ДВИЖЕНИЕ НА СЪСТЕЗАТЕЛИ ПО ГРЕБАНЕ. Сп. Спорт и наука, бр. 1, стр. 102 - 108
- 3.** Христов, О. (2017). ИЗСЛЕДВАНЕ НА АКТИВАЦИЯТА НА ОСНОВНИ МУСКУЛИ В ГРЕБНИЯ ЦИКЪЛ НА ГРЕБЕН ЕРГОМЕТЪР ЧРЕЗ ЕМГ. сп. Спорт и наука, бр. 2

Приложение 1

VASIL VITANOV DATA 4-TH 100%

CYCLE TIME		DRIVE TIME		RECOVERY TIME		END POS
2.003	0.027	0.83	0.028	1.177	0.014	0.42

	PEAK VALUE		TIME TO PEAK		ACTIVATION TIME		ONSET POS	OFFSET POS
GL	0.287	0.023	0.728	0.043	1.341	0.121	0.78	0.51
VL	0.484	0.042	0.782	0.028	1.73	0.04	0.73	0.6
GM	0.252	0.031	0.424	0.043	1.109	0.061	0.93	0.53
ES	0.32	0.03	1.035	0.064	1.728	0.062	0.66	0.52
TT	0.277	0.036	1.044	0.192	1.684	0.217	0.55	0.42
DP	0.345	0.048	1.4	0.093	1.727	0.092	0.59	0.43
BB	0.84	0.153	0.537	0.07	1.571	0.046	0.02	0.83
BRA	0.954	0.129	0.589	0.018	1.82	0.649	0.97	0.81

