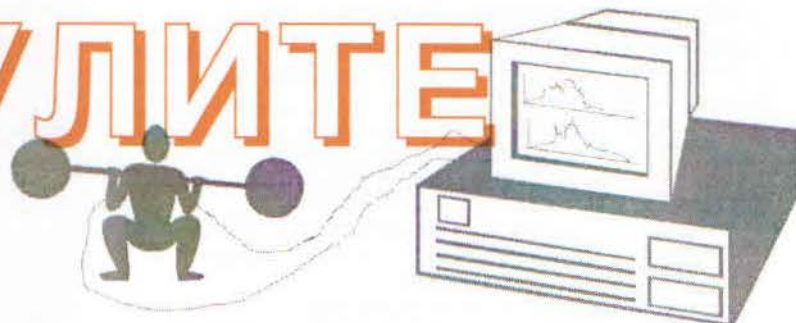


РС ГИ СТЕГА МУСКУЛИТЕ

Томица Котески
Славчо Горчески



Состојбата на нервно-мускулниот систем кај спортистите може да се оценува преку повеќе параметри. Во зависност, пред сè, од способноста која треба да се процени, параметарот може да биде временска стабилност, градиент на биопотенцијалот во однос на интензитетот на стимулусот или пак, времето на реакција и максималната нервно-мускулна синхронизација. Поаѓајќи од овие факти, на Институтот за спорт при Факултетот за физичка култура во Скопје беа развиени повеќе алгоритми што овозможуваат систематско испитување на актуелните видови способности, како кај спортската така и кај неспортската популација. Кога станува збор за нервно-мускулна издржливост која се проследува преку динамиката на биопотенцијалите, најважен параметар за оценка на актуелната способност е временскиот интервал на настапување на компензираниот замор, што се манифестира преку зголемување на амплитудата на биопотенцијалите. Оттука, алгоритмот за квантитативно препознавање на компензираниот замор се базира на методот на инваријанти. Од друга страна, нервно-мускулната сила од аспект на динамиката на биопотенцијалите е дотолку поголема доколку е помала нивната амплитуда во однос на константен стимулус. Алгоритмот изработен за оваа цел, се заснова врз познатата линеарна зависност меѓу амплитудата на биопотенцијалите и интензитетот на стимулусот. Исто така, и времето на проста и сложена реакција е во линеарна зависност од количината на информации на стимулусот. Изработен е и алгоритам за пресметување на времето на максимална нервно-мускулна синхронизација што е важен показател за степенот на експлоатационност на нервно-мускулниот систем. Сите овие алгоритми се имплементирани во компјутерска програма напишана во програмскиот јазик "C", "ASSEMBLER", со додатна хардверска поддршка - РС компатибилна картичка. Програмата е user friendly со pop-down менија. Мерењето е зпроследено со внес на основни

податоци за испитаниците, процедура за мерење одделно за секој од алгоритмите, нивно снимање, а подоцна пребарување и анализа на веќе снимените мерења. Овозможена е и графичка интерпретација на секој од алгоритмите со потребните математички пресметки. Системот е двоканален, а прибирањето на податоците во процедурата на мерење се врши на секои 250 микросекунди. Нивното софтверско усреднување може да биде од 5 па до 50 милисекунди.

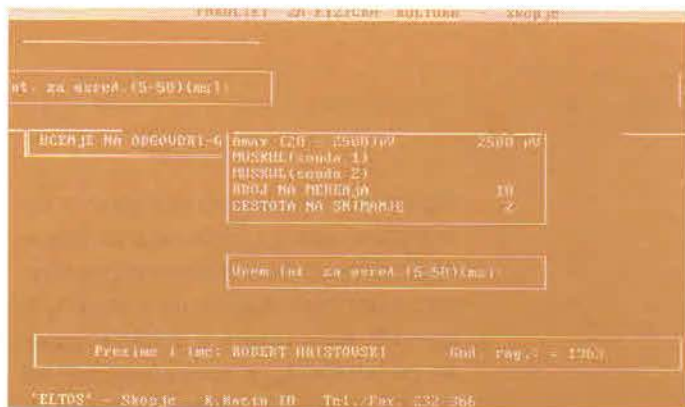
Основи на концепција за реализација на алгоритмот и софтверската поддршка

Проблемот се појави на Иститутот за спорт при Факултетот за физичка култура во Скопје. Во проектирањето користен е следниов методолошки пристап:

- извршена е системска анализа на проблемот, а врз основа на оваа анализа е извршено снимање на податоците, процесите и ентитетите;
- врз основа на идентифицираните процеси и класи на податоци, конструирана е хардверска и софтверска архитектура на системот;
- пристап кон практична реализација на проблемот и
- целосно тестирање како на хардверскиот, така и на софтверскиот продукт.



Слика 1: Избор на извршено мерење



Слика 2: Внес на параметри на мерењето

Системот за анализа на состојбата на некои видови нервно-мускулни способности се состои од PC/AT персонален компјутер заедно со PC компатибилна картичка која се вметнува во еден од празните слотови на компјутерот.

Софтверскиот продукт овозможува снимање на податоците од мерењето на кинезиолошките сигнали (организирано во база на податоци, а архивирано по година во која е извршено мерењето) и нивно подоцнежнo прегледување и донесување на податоци. На слика 1 е прикажан изборот на веќе извршено мерење од базата на податоци селектирано според годината во која е извршено мерењето и според типот на мерењето.

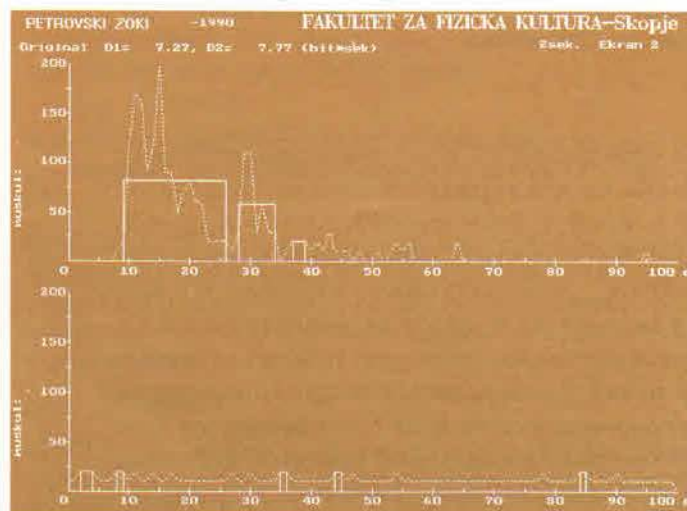
Процедурата за снимање на податоците е постапна и има редоследен тек. Најпрво се внесуваат податоците на испитаникот (име, презиме и година на раѓање), а подоцна се пристапува кон внесување на параметрите на мерењето (како на слика 2). Параметрите на обработка се следниве: се дефинира должина на циклус на мерењето, циклуси на усреднување, временски интервал на усреднување, A_{max} - максимална амплитуда, име на мускул на кој е прикачена првата сонда, име на мускул на кој е прикачена втората сонда, број на мерења и честота на снимање. Потоа, се пристапува кон мерењето кое може да биде: мерење нервно-мускулна издржливост, нервно мускулна сила и учење на одговори. Со започнувањето на мерењето, секои 125 микро секунди се активира процедура која независно од јачината на машината на која е инсталиран софтверскиот продукт (PC/AT 286, 386, 486), зема одбиорци на секои 250 микросекунди по канал (се работи за двоканален систем), а активирањето на секој циклус може да биде со аудио или визуелни сигнали генерирани просторно-временски на случаен начин.

Ќе дадеме краток опис на трите алгоритми развиени на Институтот за спорт при Факултетот за физичка култура.

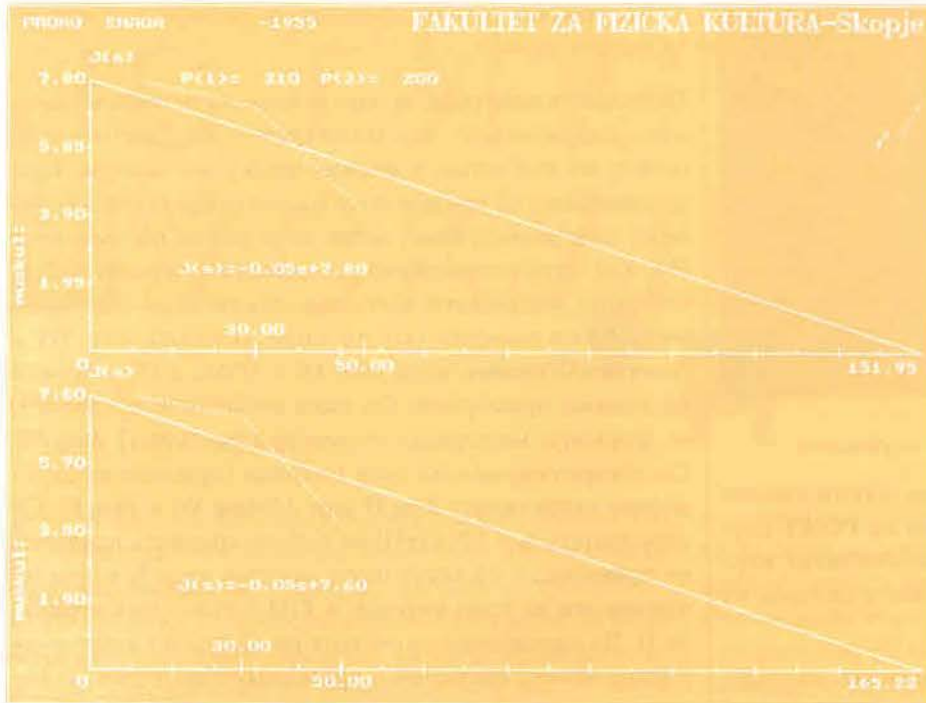
1. Алгоритам за одредување на нервно-мускулната издржливост

Појдовните податоци за одредување на нервно-мускулната издржливост се амплитудите на биопотенцијалите на актуелниот нервно-мускулен систем. При познавањето на максималната амплитуда што се добива со надоптоварување, може да се добие параметарот W_i , кој апроксимативно ја одредува веројатноста, случајно избраната моторна единица во случајно избраниот момент (t_i) да биде активна или $W_i = \text{Amereno}(Q_i)/A_{max}$, каде што $Q_i = Q' \Delta t_i$, а Q' е брзина на земање примероци. Од вака добиените вредности, се формира мемориска структура (матрица) $\text{diag } W$. Со логаритмирање на оваа матрица (при основа 2), се добива структурирата $\text{diag } H$ или $-\text{ld}(\text{diag } W) = \text{diag } H$. Со операцијата $h = 1/N (\text{Tr}H)$ се добива средната вредност на примерокот од актуелното мерење, каде N е број на примероци во едно мерење, а $\text{Tr}H$ е трага на матрицата H . За одредување моментот на настап на компензираниот замор, потребно е примерокот на n -тото мерење статистички значајно да се разликува од примерокот на првото мерење или $h1 - hn = 0$, односно да се добие нулта хипотеза која гласи $H0: h1 - hn = 0$. Од овој аспект, на овој алгоритам може да се гледа и како на алгоритам за квантитативно препознавање на динамичките обрасци на нервно-мускулниот систем. За реализација на претходно поставената цел се пристапува кон следниве процедури: $\text{diag } D = \text{diag } H1 - \text{diag } Hn$, каде $\text{diag } D$ е дијагонална матрица на разликите помеѓу првото и n -тото мерење. Средна вредност на разликите е $H = 1/N (\text{Tr}D)$. Понатаму се пристапува кон операцијата:

$$\sum_{i=1}^n d^2 = \sum_{i=1}^n (x_d - h_i)^2$$



Слика 3: Графичка интерпретација на нервно мускулната издржливост



Слика 4: Графичка интерпретација на нервно мускулната сила

Стандардната девијација се наоѓа како:

$$s = \left(\sum_1^n d^2 / n - 1 \right)^{1/2}$$

Стандардната грешна средна вредност на разликите е: $S_{xd} = S/N$ и конечно $t = H_d/S_{xd}$. Една графичка интерпретација на овој алгоритам е прикажана на слика 3.

Важно е да се напомене дека сите графички интерпретации дадени во текстот се реални и се земени од мерењата што се вршени на факултетот за физичка култура од асистентот м-р Роберт Христовски.

2. Алгоритам за одредување на нервно-мускулната сила.

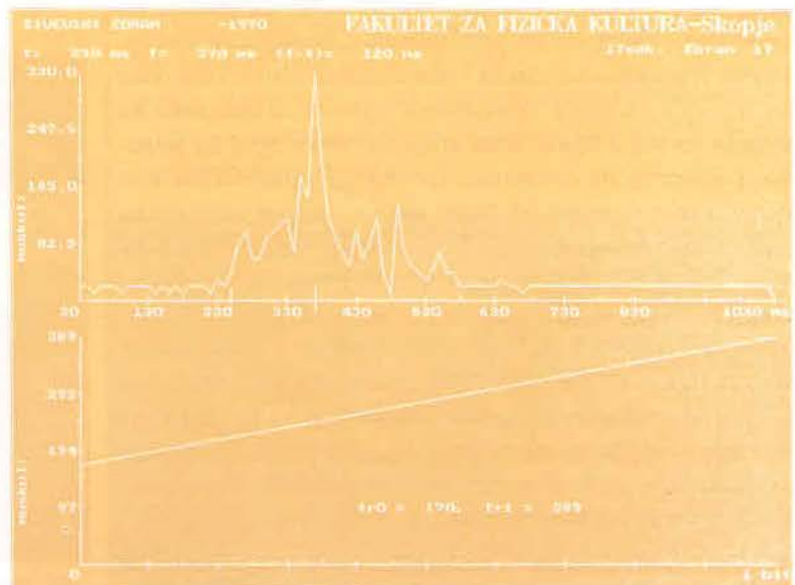
За одредување на нервно-мускулната сила се поаѓа од линеарната зависност дадена од Деврис (H.A. De Vries 1973): $A(s) = A_{min} - CS$, каде A е измерената амплитуда на биоелектричниот потенцијал, A_{min} е амплитудата во мирување, C е коефициентот на прираст на амплитудата и s е интензитетот на стимулот (обично се изразува во килограми подигнат товар). Показател на нервно-мускулната сила е коефициентот C , и негова помала вредност означува поголема нервно-мускулна сила. Графичка интерпретација на овие пресметки е прикажана на слика 4.

3. Алгоритам за пресметка на ефикасноста на сензомоторната реакција (учење одговори) и максимална нервно-мускулна синхронизација.

Пресметката на ефикасноста на сензомоторната реакција се извршува според линеарниот израз познат како Хик-Хајменов закон: $t_r = t_{r0} + aN$, каде што t_r е средно време на реакција, t_{r0} е средно време на проста реакција, a е коефициент на прираст и N е количина информација на сигналот. Показател на ефикасноста на сензо-моторната реакција е коефициентот a , $a = (t_r - t_{r0})/N$. Пресметката на времето на максималната нервно-мускулна синхронизација се врши преку изразот: $T = t_{Amax} - t_r$, каде што t_{Amax} е времето на регистрирање на максималната амплитуда на биоелектричниот потенцијал, а t_r е времето на

сензо-моторна реакција. Графичка интерпретација на овие пресметки е прикажана на слика 5.

И на крај, да напоменеме дека ова е единствен уред од ваков вид во нашата држава кој потполно е решен како на хардверско така и на софтверско поле и работи неполни 2 години со задоволителни резултати на Институтот за спорт при Факултетот за физичка култура - Скопје.



Слика 5: Графичка интерпретација на учење на одговори