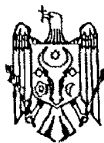




MD 1627 Z 2023.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 1627 (13) Z
(51) Int.Cl: A61C 19/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE
DE SCURTĂ DURATĂ

(21) Nr. depozit: s 2021 0084 (22) Data depozit: 2021.09.30	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2022.06.30, BOPI nr. 6/2022
(71) Solicitant: IP UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "NICOLAE TESTEMIȚANU" DIN REPUBLICA MOLDOVA, MD	
(72) Inventatori: BORDENIUC Gheorghe, MD; BÎZGAN Sergiu, MD; LACUSTA Victor, MD; FALA Valeriu, MD	
(73) Titular: IP UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE "NICOLAE TESTEMIȚANU" DIN REPUBLICA MOLDOVA, MD	

(54) Metodă de diagnostic al disfuncțiilor mușchilor masticatori

(57) Rezumat:

1
Invenția se referă la medicină, în special la stomatologie și poate fi utilizată pentru evidențierea particularităților disfuncției mușchilor masticatori în baza pragurilor sensibilității algice mecanice a mușchilor masticatori.

Esența invenției constă în aceea că pacientul se poziționează într-o poziție comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziție de inocluzie fiziologică a mandibulei. Suprafața mușchiului se divizează într-un număr de puncte de 9, 12 sau 15, aranjate într-o matrice după principiul aranjării datelor dinspre posterior spre anterior, în proiecția mușchiului investigat, și anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru mușchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru mușchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm² se aplică o presiune în

2
punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariția senzației de durere. Datele obținute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, indicat în descriere, în care inițial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce țin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează și se determină apartenența elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafața mușchiului, cât și valoarea coeficientului determinării. În cazul în care cel mai mic element al clusterului are o valoare a pragului de sensibilitate mai mică de 1,0 kgf, se diagnostichează prezența afectării clusterului de pe suprafața mușchiului.

Revendicări: 1

Figuri: 1

MD 1627 Z 2023.01.31

(54) Method for diagnosing masticatory muscle dysfunctions

(57) Abstract:

1

The invention relates to medicine, in particular to dentistry and can be used to highlight the masticatory muscle dysfunction features based on mechanical pain sensitivity thresholds of masticatory muscles.

Summary of the invention consists in that the patient is positioned in a comfortable position without creating tension in the craniocervical muscles, being in a state of relative relaxation or in the position of physiological occlusion of the lower jaw. The muscle surface is divided into a series of points of 9, 12 or 15, arranged in a matrix according to the principle of data arrangement from posterior to anterior, in the projection of the muscle under study, namely 3x3, 4x3, 5x3 points for the masticatory muscle or 3x3, 3x4, 3x5 points for the temporal muscle, then using an algometer with a lever of 1 cm², pressure is applied at the points in the matrix, after which

2

the mechanical pain sensitivity threshold values are randomly recorded after the onset of painful sensation. The data obtained are transposed by algometry into a program created in a programming language Borland Pascal v.7.0, defined in the description, wherein the number of points is initially indicated, then data related to pain sensitivity thresholds determined by pressure are entered, then the belonging of the elements of each group is processed and determined with the formation of clusters on the muscle surface, as well as the value of the determination coefficient. If the smallest cluster element has a sensitivity threshold value of less than 1.0 kgf, the presence of cluster damage on the muscle surface is diagnosed.

Claims: 1

Fig.: 1

(54) Метод диагностики дисфункций жевательных мышц

(57) Реферат:

1

Изобретение относится к медицине, в частности к стоматологии, и может быть использовано для выделения особенностей дисфункции жевательных мышц на основе порогов механической болевой чувствительности жевательных мышц.

Сущность изобретения состоит в том, что пациента позиционируют в удобном положении, не создавая напряжения в краниоцервикальных мышцах, находясь в состоянии относительного расслабления или в положении физиологического прикуса нижней челюсти. Поверхность мышцы делится на ряд точек 9, 12 или 15, расположенных в матрице по принципу расположения данных от заднего к переднему, в проекции исследуемой мышцы, а именно 3x3, 4x3, 5x3 точек для жевательной мышцы или 3x3, 3x4, 3x5 точек для височной мышцы, затем с помощью альгометра с рычагом 1 см² прикладывают давление в точках в матрице,

2

после чего регистрируют случайным образом значения порогов механической болевой чувствительности после появления болевого ощущения. Полученные данные путем алгометрии переносят в программу, созданную на языке программирования Borland Pascal v.7.0, определенного в описании, в котором сначала указывают количество точек, затем вводят данные, относящиеся к порогам чувствительности к боли, определяемые при надавливании, затем обрабатывают и определяют принадлежность элементов каждой группы с образованием кластеров на поверхности мышцы, а также значение коэффициента детерминации. В случае если наименьший элемент кластера имеет значение порога чувствительности менее 1,0 кгс, диагностируют наличие повреждения кластера на поверхности мышцы.

П. формулы: 1

Фиг.: 1

Descriere:

Invenția se referă la medicină, în special la stomatologie și poate fi utilizată pentru evidențierea particularităților disfuncției mușchilor masticatori în baza pragurilor sensibilității algice mecanice a mușchilor masticatori.

Este cunoscut faptul, că durerea apare în urma activării receptorilor prin intermediul a diferiți stimuli nocivi (termici, mecanici și chimici), fiind cunoscute două tipuri de fibre, care pot conduce informația nociceptivă - fibrele Aδ mielinizate, care mediază durerea acută sau "rapidă/inițială" și fibrele C nemielinizate - care mediază durerea "tardivă/secundară". Nocicepția musculară implică receptori mecanosenzitivi cu prag înalt (high-threshold mechanosensitive receptors - HTM) pe fibrele C și Aδ, fiind demonstrat că activarea acestora depinde de intensitatea presiunii aplicate și necesită depășirea unui anumit prag. În practica clinică, se utilizează evaluarea pragului de durere prin presiune (pressure pain threshold - PPT), o metodă veridică de evaluare a gradului de durere, bazat pe mecanismele de activare a receptorilor HTM (Fleckenstein J, Simon P, König M, Vogt L, Banzer W. The pain threshold of high-threshold mechanosensitive receptors subsequent to maximal eccentric exercise is a potential marker in the prediction of DOMS associated impairment. PLoS One. 2017 Oct 6, vol12(10), e0185463. doi: 10.1371/journal.pone.0185463. PMID: 28985238; PMCID: PMC5630131).

În practica stomatologică, la examinarea clinică a pacienților cu disfuncție temporo-mandibulară se utilizează pe larg palparea manuală, pentru evaluarea sensibilității mecanice la durere. În unele cazuri, palparea manuală a mușchilor masticatori este insuficient de informativă și veridică, din cauza anumitor factori (utilizarea diferitor tehnici de palpate, neconcordanțe în localizarea punctelor supuse palpării, modificări cauzate de palparea repetată). Se recomandă astfel utilizarea unor dispozitive standardizate (algometre), cu respectarea protocolului de examinare.

Măsurarea senzației dureroase umane este esențială pentru diagnosticul și managementul durerii. Diferite tipuri de durere (termică, electrică, chimică și mecanică) pot fi evaluate, însă sensibilitatea durerii mecanice este cel mai frecvent utilizată în cercetare (Itoh K., Katsumi Y., Kitakoji H. Trigger point acupuncture treatment of chronic low back pain in elderly patients a blinded RCT. Acupuncture in medicine: Journal of the British Medical Acupuncture Society. 2004, no 22(4), p. 170-177. Epub 2005/01/05) și clinică (Maquet D., Croisier J.-L., Demoulin C., Crielaard J.-M. Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. European Journal of Pain. 2004, no 8(2), p. 111-117). Senzația dureroasă mecanică poate fi evaluată cu ajutorul algometrului. Aplicarea graduală a presiunii pe un sector de mușchi este detectată de forța de deplasare a unui transductor în interiorul algometrului (Kosek E., Ekholm J., Nordemar R. A comparison of pressure pain thresholds in different tissues and body regions. Long-term reliability of pressure algometry in healthy volunteers. Scandinavian journal of rehabilitation medicine. 1993, no 25(3), p. 117-24. Epub 1993/09/01).

Este cunoscută metoda de cartografiere a sensibilității algice mecanice (MPS), fiind utilizată ca tehnică la diverși mușchi (trapez, infraspinat, temporal, etc.), fiind propuse diverse metode de sistematizare a punctelor sau propuneri despre organizarea matriceală a acestora, însă nu există actualmente un consens privind aceasta. Cel mai frecvent, sensibilitatea la durere la presiune este evaluată cu ajutorul unui algometru electronic, unde sunt determinate pragurile de sensibilitate la durere prin presiune (PPT). Persoana testată este instruită cu atenție să apese un buton de oprire imediat ce percepția stimulului se schimbă de la presiune la durere (definită ca PPT) sau când nu mai poate tolera presiunea (toleranță la durere la presiune). Media de trei studii pe fiecare punct evaluat, cu o perioadă de odihnă de 30-60 s între fiecare studiu pentru a evita sumarea temporală. Cu toate acestea, studii recente au observat că măsurătorii fiabili (coeficientul de corelație variind de la 0,86 la 0,99) pot fi realizați și cu două repetări. Pentru a genera hărți de sensibilitate la durere la presiune topografică, trebuie definită o grilă care trebuie utilizată în timpul evaluărilor PPT. Până în prezent, au fost aplicate două tipuri diferite de grile:

- grile, folosind valori absolute, bazate pe repere anatomice, determinate pentru a evalua PPT-urile, de exemplu, studiul de Fernandez-de-las-Peñas et al (Fernández-de-las-Peñas C, Ge HY, Cuadrado M.L., Madeleine P., Pareja J.A., Arendt-Nielsen L. Bilateral pressure pain sensitivity mapping of the temporalis muscle in chronic tension type headache. Headache. 2008, no 48(7), p. 1067-1075.) investighează modificările sensibilității dureroase în tensiune-tip cefalee (TTH) asupra mușchiului temporalis; și

- grile, folosind valori relative, bazate pe repere anatomice și valorile antropometrice pentru localizarea zonelor pentru determinarea PPTS, de exemplu, studiul de Binderup et al (Binderup A.T., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping of the trapezius muscle reveals heterogeneity in the distribution of muscular hyperalgesia after eccentric exercise. Eur. J. Pain. 2010, no 14, p. 705-71).

Al doilea aspect de luat în considerare este numărul de puncte PPT evaluate. Acest lucru este important din două motive principale: rezoluția spațială (distanța dintre două locații adiacente) și însumarea spațială a durerii. Sumarea durerii poate apărea de fapt în cazul stimulărilor repetate apropiate unele de altele. (Nie H.L., Graven-Nielsen T., Arendt-Nielsen L. Spatial and temporal summation of pain evoked by mechanical pressure stimulation. *Eur J Pain*. 2009, no13, p. 592-599). De fapt, PPT-urile sunt în general evaluate cu intervale de 20-60 secunde între studii pentru a evita sumarea temporală (Nie HL, Madeleine P, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Temporal summation of pressure pain during muscle hyperalgesia evoked by nerve growth factor and eccentric contractions. *Eur. J. Pain*. 2009, no13, p. 704-710). Ordinea de evaluare poate fi selectată fie în funcție de coloană/rând sau în mod aleatoriu pentru a evita temporizarea spațială. În cele din urmă, numărul de puncte PPT trebuie ajustat în funcție de timpul permis pentru evaluări. În general, am considerat că înregistrările PPT nu ar trebui să dureze mai mult de 1 oră pentru a evita plictiseala sau lipsa de vigilență (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. *IEEEExplore*. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549). Al treilea aspect este regiunea anatomică a corpului de interes. Trebuie remarcat faptul că hărțile actuale de sensibilitate a durerii la presiune topografică au fost construite empiric pe baza aspectelor clinice ale condițiilor asociate cu zona corpului de interes. De fapt, hărțile topografice ale durerii au fost create pentru individ, de exemplu, temporalis, trapez sau infraspinal și pentru regiunile corpului, de exemplu, umăr, cot, cap sau membrele inferioare.

Estimarea prin interpolare a valorilor PPT între punctele de înregistrare este necesară pentru a vizualiza hărțile durerii de presiune topografică. Cel mai simplu și cel mai utilizat mod de interpolare între două valori cunoscute este interpolarea liniară. Poate interpola doar în două dimensiuni și nu prezintă interes atunci când sunt interpolate datele PPT, folosind grilele selectate. O metodă mai adecvată este interpolarea inversă a distanței în care valorile necunoscute ale oricărui punct sunt calculate ca o însumare a tuturor valorilor punctelor evaluate înmulțite cu un factor de ajustare reprezentând distanța dintre fiecare punct PPT cunoscut și necunoscut (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. *IEEEExplore*. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549.). Aceasta se exprimă prin următoarea formulă matematică:

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f_i$$

unde: n este numărul de puncte înregistrate, f_i valoarea punctului înregistrat și W_i este coeficientul de ponderare al punctului înregistrat.

În forma clasică dată de Shepard (Shepard D.L. A two-dimensional interpolation function of irregularly-spaced data. In: *Proceedings of the 23rd National Conference of the Association for Computing Machinery*. Princeton, N.J.: ACM, 1968, p. 517-524), valoarea coeficientului de ponderare este calculată ca:

$$w_i = \frac{h_i^{-2}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-2}}$$

unde: h_j este distanța dintre punctele înregistrate, iar h_i este distanța dintre punctul interpolat și punctul înregistrat dat de:

$$h_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}$$

unde: (x, y) sunt coordonatele pentru punctul interpolat și (x_i, y_i) sunt coordonatele fiecărui punct evaluat.

O metodă cumva îmbunătățită de interpolare ponderată inversă a fost propusă de Franke și Nielson (Franke R., Nielson G. Smooth interpolation of large sets of scattered data. *Int. J. Numer Methods Eng.*, 1980, no 15, p. 1691-1704), unde coeficientul de ponderare este calculat ca:

$$w_i = \frac{\left[\frac{R - h_i}{Rh_i} \right]^2}{\sum_{j=1}^n \left[\frac{R - h_j}{Rh_j} \right]^2}$$

unde: R este distanța de la punctul interpolat la cel mai îndepărtat punct înregistrat.

Ambele metode au proprietăți relevante, adică valorile punctelor interpolate sunt toate în limitele stabilite de valorile PPT evaluate. De remarcat, această proprietate nu este luată în considerare atunci când se utilizează interpolarea Clough și Tocher (Clough R.W., Tocher J.L. Finite element stiffness matrices for analysis of plates in bending. In: Proceedings of Conference on Matrix Methods in Structural Analysis. Ohio: Air Force Institute of Technology, 1965). O posibilă problemă este că punctele interpolate sunt oarecum simetrice în jurul punctelor evaluate. Binderup și colab. au arătat neliniaritatea metodei de interpolare la distanță inversată folosind coeficienți de ponderare Franke și Nielson (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. IEEEExplore. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549). Metoda de interpolare permite generarea hărților PPT într-un mod reprezentativ, permițând o interpretare semnificativă, bazată doar pe inspecția vizuală. Hărțile topografice ale sensibilității durerii la presiune afișează topografia sensibilității durerii la presiune între structurile profunde ale aceluiași mușchi și între diferiți mușchi [1].

Dezavantajul metodei cunoscute constă în aceea, că nu permite vizualizarea sensibilității algice, în special distribuția și organizarea spațială a acesteia.

Mai este cunoscută utilizarea algoritmică pentru determinarea sensibilității algice mecanice (MPS - mechanical pain sensitivity), această metodă având o validitate înaltă. Cartografierea în baza pragurilor de sensibilitate la durere prin presiune (PPT - pressure pain threshold) permite vizualizarea și cuantificarea sensibilității algice musculare pentru mușchii investigați. În literatura de specialitate se cunoaște că sensibilitatea algică nu este un fenomen omogen la nivelul mușchilor, variind în funcție de situs și de componența structurală a zonei investigate (prezența țesutului tendinos, corpul muscular, țesut conjunctiv, adipos, etc.). În sursa menționată și anume conform lucrării lui Binderup et al. este utilizată divizarea în clustere a elementelor obținute la studiul PPT realizat pentru mușchii trapezi. Tot aici este prezentat parametrul numit „coeficient al determinării” (coefficient of determination), care se definește prin următoarea relație, pentru vectorii unidimensionali ($n=1$):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{a_j \in i}^{n_i} (a_j - \mu_i)^2}{\sum_{i=1}^N (a_i - \mu)^2},$$

unde: μ , μ_i reprezintă valoarea medie a tuturor pragurilor și, respectiv a pragurilor care aparțin clusterului „ i ”, n_i – numărul de elemente din clusterul „ i ”, k – numărul de clustere, N – numărul total de elemente. A doua sumă de la numărător se realizează după toate pragurile incluse în clusterul „ i ”. Valoarea maximă a acestui coeficient R^2 asigură distribuția optimă a elementelor în clustere [2].

Dezavantajele metodei cunoscute constau în aceea că se permite doar separarea în clustere și calcularea coeficientului de determinare R^2 , dar nu permite analiza cantitativă a mușchilor prin metoda PPT, care ar descrie gradul de afectare a mușchiului.

Așa cum numitorul din al doilea termen din R^2 nu depinde de numărul de clustere și are valoarea numerică doar în funcție de valorile pragurilor, în algoritmul pentru separarea elementelor în clustere s-a propus găsirea distribuției optime a elementelor care asigură valoarea minimă a numărătorului celui de-al doilea termen:

$$C = \sum_{i=1}^k \sum_{a_j \in i}^{n_i} (a_j - \mu_i)^2.$$

O problemă actuală în domeniu, este interpretarea acestor ”hărți algice”, de perspectivă fiind utilizarea metodelor analitice matematice (clusterizarea) pentru diferențierea zonelor din cadrul unui mușchi cu diferită sensibilitate algică mecanică, care corelează cu obiectivele clinice de diagnostic a patologiilor algice musculo-scheletice.

Astfel, se oferă clinicianului o interpretare utilă a hărții algice musculare, la etapele de planificare a tratamentului, evidențierea zonelor de interes terapeutic, cât și permite monitorizarea eficienței terapiei aplicate, prin evaluarea repetată a MPS la adresare, pe parcursul intervențiilor terapeutice, cât și după acestea.

Metoda constă în faptul că pentru descrierea gradului de afectare a mușchilor maseter sau temporal se propune o metodă analitică, bazată pe divizarea în clustere a valorilor obținute prin determinarea elementelor matriceale ce descriu pragul de durere la presiune - PPT (pressure pain threshold). Metoda propusă se bazează pe metodele propuse de MacQueen (MacQueen J. B. Some Methods for Classification

and Analysis of Multivariate Observations. Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. University of California Press., 1967, p. 281-297. MR 0214227. Zbl 0214.46201), unde este descrisă posibilitatea analizei datelor mutual independente, de formă vectorială cu un număr arbitrar de elemente.

5 Problema pe care o rezolvă invenția constă în elaborarea unei metode care permite evidențierea diferențelor de sensibilitate algică în diferite zone musculare la pacienți și la persoanele sănătoase, inclusiv care permite cuantificarea efectului intervențiilor terapeutice direcționate (farmacologice, tratament ocluzal reversibil, terapia manuală, etc.) la persoanele cu disfuncții ale mușchilor masticatori.

10 Esența invenției constă în aceea că pacientul se poziționează într-o poziție comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziție de inocluzie fiziologică a mandibulei. Suprafața mușchiului se divizează într-un număr de puncte de 9, 12 sau 15, aranjate într-o matrice după principiul aranjării datelor dinspre posterior spre anterior, în proiecția mușchiului investigat, și anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru mușchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru mușchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm² se aplică o presiune în
15 punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariția senzației de durere. Datele obținute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, în care inițial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce țin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează și se determină apartenența elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafața mușchiului, cât și valoarea coeficientului determinării. În cazul în care cel mai mic element al clusterului are o valoare a pragului de sensibilitate mai mică de 1,0 kgf, se diagnostichează prezența afectării clusterului de pe suprafața mușchiului.

20 Rezultatul invenției constă în aceea că se efectuează analiza cantitativă a mușchilor prin metoda PPT și evidențierea clusterului care conține elementele cu un nivel scăzut al PPT, clustere care ulterior vor fi subiectul prin intermediul cărora se determină gradul de afectare a mușchiului, pentru care este importantă determinarea varianței cât și centrul clusterului, care este valoarea medie a pragurilor elementelor incluse în cluster.

25 Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă matricea cu punctele pentru aplicarea presiunii pe suprafața mușchiului examinat.

30 Algoritmul metodei de separare în clustere se realizează după următorii pași:

1. Se selectează un număr de clustere. Fiecărui cluster i se atribuie câte un vector arbitrar. Aici trebuie ținut cont ca datele (vectorii) atribuite să fie distincte;

2. Vectorii/Datele rămase se vor atribui la clusterul față de care distanța euclidiană dintre centrul („centroid”) clusterului și vector este minimală;

35 3. Se recalculează valoarea medie a clusterelor după atribuirea noilor elemente;

4. Se repetă execuția pașilor 2-3, până când este absentă redistribuirea elementelor.

În continuare vom descrie posibilitatea utilizării metodei divizării în clustere pentru analiza PPT a mușchilor. Așa cum pragurile obținute sunt descrise printr-o singură valoare scalară, datele utilizate în
40 modelul descris mai sus vor reprezenta vectori unidimensionali ($n = 1$).

Pentru separarea în clustere a pragurilor PPT măsurate vom proceda astfel: a) se selectează un număr în creștere de clustere (la primul pas $k=2$); b) se inițializează valoarea parametrului C_{prec} (o valoare numerică mare); c) se atribuie câte un prag PPT (valoare), distinct acestor clustere; d) se determină centrele μ_i pentru fiecare cluster „ i ” (valoarea medie a pragurilor incluse în cluster); e) se
45 calculează pentru fiecare prag „ j ” rămas distanța Euclidiană dintre acesta și centrul clusterului „ i ”; f) elementul „ j ” este inclus în clusterul „ i ” pentru care distanța Euclidiană măsurată este minimă; g) se calculează parametrul C_{curent} după expresia menționată mai sus; h) dacă C_{curent} nu se deosebește semnificativ de valoarea precedentă C_{prec} a acestuia, se sfârșește distribuția elementelor. La această

etapă, în algoritmul implementat a fost utilizată condiția $(C_{prec} - C_{curent})^2 < 0.001$. Dacă nu se

50 realizează această condiție, atribuim noua valoare pentru $C_{prec} = C_{curent}$ și se repetă pașii (d)-(h); i) se

calculează valoarea parametrului $R^2 = 1 - C_{curent} / \sum_{i=1}^N (a_i - \mu)^2$, dacă parametrul R^2 ia

valoare mai mare sau egală cu 0,95, se analizează cele k clustere formați (valorile medii ale pragurilor pentru elementele incluse în cluster, suprafața clusterului, se evidențiază clusterele ce prezintă interes din

punct de vedere clinic, se determină aportul relativ al clusterelor în coeficientul determinării

$$1 - R_i^2 = \frac{\sum_{a_j \in i}^{n_i} (a_j - \mu_i)^2}{\sum_{i=1}^N (a_i - \mu)^2} .$$

În caz contrar, când R^2 ia valoare mai mică decât 0,95, atunci numărul de clusterse trebuie crescut cu o unitate ($k=k+1$) și se trece din nou la execuția pasului a).

5 Spre deosebire de metoda descrisă în cea mai apropiată soluție, obiectivul investigației utilizând metoda clusterizării nu este axat doar pe separarea în clusterse și calcularea parametrului R^2 , dar pe analiza cantitativă a mușchilor prin metoda PPT, se propune în continuare evidențierea clusterului care conține elementele cu un nivel scăzut al PPT, clusterse care ulterior vor fi subiectul prin intermediul cărora se va face descrierea gradului de afectare a mușchiului.

10 Așa cum numărul de clusterse se alege după coeficientul determinării, în metoda propusă este prevăzută selecția unui număr minim de clusterse pentru care se satisface condiția $R^2 \geq 0,95$, spre deosebire de cea mai apropiată soluție, unde este analizată clusterizarea pentru orice număr k de clusterse (cu apariția clusterelor goi, adică fără elemente), cât și realizată o statistică a formării clusterelor pentru $N=20$ persoane. Așa cum centrul clusterului afectat nu este obligator să aibă o valoare mai mică, decât 1,0 kgf a pragului de sensibilitate PPT, pentru a separa clustersele afectate, se va utiliza următorul criteriu: se consideră afectat orice cluster a cărui cel mai mic element are valoarea mai mică decât 1,0 kgf pentru pragul de sensibilitate PPT.

Pentru caracterizarea gradului de afectare, pentru fiecare cluster evidențiat se va determina varianța, cât și centrul clusterului (valoarea medie a pragurilor elementelor incluse în cluster).

20 Algoritmul analitic prezentat anterior, a fost transpus într-un program creat într-un limbaj de programare simplu (Borland Pascal v.7.0), care permite în mod rapid procesarea unui fișier text, care conține datele brute de investigare prin algometrie a PPT, cu crearea unui fișier text de ieșire care prezintă rezultatele, astfel pentru numărul de clusterse preselecțate, se determină apartenența elementelor (prag de sensibilitate PPT) fiecărui cluster format, cât și valoarea coeficientului determinării. Programul creat este

25 fiabil, prin faptul că permite stabilirea numărului de elemente (praguri PPT), cât și a numărului de clusterse, necesari de a fi evaluați, ceea ce poate acoperi o serie extinsă de necesități diagnostice sau de investigații științifice în domeniu. Valoarea coeficientului determinării (coefficient of determination), conform celei mai apropiate soluții necesită a avea o valoare de peste 95% (sau 0,95 dacă este prezentat în formă zecimală), pentru a asigura prezența unei distribuții eficiente a datelor. Astfel, coeficientul

30 determinării îndeplinește și rolul de a ghida clinicianul/investigatorul privind nivelul de clusterizare acceptabil, și a putea diviza "harta algică" a mușchiului într-un număr de clusterse relevanți pentru cazurile examinate.

Metoda se realizează în modul următor.

35 Pacientul se poziționează într-o poziție comodă în fotoliul stomatologic, care să nu inducă tensionare sau poziții non-naturale, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă și fiind instruiți să nu realizeze angrenarea forțată a dinților în timpul investigației (poziție de inocluzie fiziologică a mandibulei). Suprafața mușchiului se divizează într-un număr de puncte, aranjate într-o matrice (3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru mușchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru mușchiul temporal). Se utilizează un algometru cu maneta de 1 cm² pentru aprecierea

40 pragurilor de durere la presiune (PPT). Acesta se aplică perpendicular pe suprafața pielii în proiecția mușchiului investigat (mușchiul maseter sau temporal). Se aplică o presiune în puncte din matrice, după care se înregistrează valorile presiunii, care au provocat apariția senzației de durere. Modul de aranjare a elementelor matricei, urmează principiul aranjării datelor dinspre posterior spre anterior în proiecția mușchiului investigat, cu primele elemente, ocupând primul rând al matricei (figura). Aprecierea

45 algometrică a pragurilor de sensibilitate algică mecanică (MPS - mechanical pain sensitivity) se realizează în ordine aleatorie, pentru a evita sumarea spațială și temporală (asigurarea unei veridicități înalte a datelor colectate), folosindu-se metode de randomizare simplă. Datele de investigare prin algometrie a PPT se includ într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, indicat mai jos, în care inițial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce țin de pragurile de sensibilitate

50 durere, determinate la presiune (PPT), apoi se procesează și se determină apartenența elementelor fiecărui cluster format, cât și valoarea coeficientului determinării. În cazul în care cel mai mic element al clusterului are o valoare a pragul de sensibilitate mai mică decât 1,0 kgf, se diagnostichează prezența afectării clusterului. Datele obținute (returnate prin intermediul unui fișier de extensie txt) reflectă

55 posibilitățile fiabile ale algoritmului descris, în funcție de necesitatea terapeutică a gradului de analiză și segmentare a "hărții algice". În programul elaborat este prevăzută posibilitatea modificării numărului de elemente, după necesitate, prin modificarea respectivă în fișierul de intrare.

MD 1627 Z 2023.01.31

8

Cod de program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0:

```
Program p1;
uses crt;
type element=record
5   val:real;
   cluster:integer;
end;
tablou=array[1..100] of element;
tablouar=array[1..100] of real;
10  Var a:tablou;
    b,D,z:array[1..100] of real;
    i,j,n,s,m:integer;
    f,g:text;
    par1:real;

15  function min(A:tablou; n:integer;c:integer):real;
    var i:integer;
        m:real;
    begin
20  m:=10;
    for i:=1 to n do
    if a[i].cluster=c then if a[i].val<m then m:=a[i].val;
    min:=m;
    end;

25  function max(A:tablou; n:integer):integer;
    var i,m:integer;
    begin
30  m:=0;
    for i:=1 to n do
    if a[i].cluster>m then m:=a[i].cluster;
    max:=m;
    end;

35  function sumval(A:tablou; n:integer; c:integer):real;
    var i:integer;
        s:real;
    begin
40  s:=0;
    for i:=1 to n do if a[i].cluster=c then s:=s+A[i].val;
    sumval:=s;
    end;

45  function media(A:tablou; n:integer; c:integer):real;
    var i,j:integer;
    begin
    j:=0;
    for i:=1 to n do
50  if a[i].cluster=c then j:=j+1;
    if j=0 then media:=0 else
    media:=sumval(A,n,c)/j;
    end;

55  function dist(a,b:real):real;
    begin
    dist:=Abs(a-b);
    end;

function centroid (A:tablou; n:integer; c:integer):real;
```



```

var i:integer;
s,m:real;
begin
5   s:=0; m:=media(a,n,c);
   for i:=1 to n do
   if a[i].cluster=c then s:=s+sqr(A[i].val-m);
   centroid:=s;
   end;

10  function parameter(A:tablou; n:integer; k:integer):real;
   var i:integer;
       s:real;
   begin s:=0;
   for i:=1 to k do
15  s:=s+centroid(A,n,i);
   parameter:=s;
   end;

   procedure selectareelement (var a:tablou; n:integer);
20  label 1;
   var i,j,c:integer;
       begin
       for i:=1 to n do a[i].cluster:=0;
       c:=1;
25  a[1].cluster:=c;
       j:=1;
       repeat
       for i:=j+1 to n do
       if a[i].val=a[j].val then a[i].cluster:=a[j].cluster;
30  for i:=j+1 to n do
       if a[i].cluster=0 then begin c:=c+1; a[i].cluster:=c; goto 1; end;
       j:=j+1;
       until j=n+2;
       end;

35  procedure atrib (var A:tablou; i:integer; k:integer);
   var j,m:integer;
       d:real;
   begin
40  d:=dist(a[i].val,b[1]); m:=1;
   for j:=2 to k do if dist(a[i].val,b[j])<=d then
       begin d:=dist(a[i].val,b[j]);
           m:=j;
           end;

45  A[i].cluster:=m;
   end;

   procedure algoritm(var A:tablou; n:integer; k:integer);
   var i,j:integer;
50  param1, param2:real;
   begin
   selectareelement(A,n);
   param1:=parameter(A,n,k);
   repeat
55  param2:=param1;
   for i:=1 to k do b[i]:=media(a,n,i);
   for j:=1 to n do atrib(A,j,k);
   param1:=parameter(A,n,k);
   until Sqr(param1-param2)<=0.001; par1:=param1;

```

```

end;

procedure citirefisier(var f:text);
var i:integer;
5   begin
    assign(f,'fileIn.txt');
    reset(f);
    readln(f,n);
    for i:=1 to n do begin readln(f, a[i].val); a[i].cluster:=0; end;
10  end;

begin
clrscl;
citirefisier(f);
15  assign(g,'fileOut.txt');
    rewrite(g);
    selectareelement(A,n);
    par1:=1; i:=2;
    repeat
20  algoritm(a,n,i);
    i:=i+1;
    z[i]:=1-par1;
    until (1-par1)>=0.95;
    m:=i-1;
25  writeln(g,'A fost selectat ',m,' clustere');
    writeln(g,'R^2=',1-par1:5:4);
    writeln(g,'Distributia elementelor pe clustere:');
    for j:=1 to n do
30  writeln(g, a[j].val:5:3, ' ',a[j].cluster);
    writeln(g,'Clustere de interes:');
    for i:=1 to m do
    if min(A,n,i)<1 then begin write(g,'Cluster ',i);
    write(g, ' Media valorilor=',Media(A,n,i):4:3, ' ; 1-R^2['',i,']='',centroid(A,n,i)/par1:8:7);
    s:=0;
35  for j:=1 to n do if A[j].cluster=i then s:=s+1;
    writeln(g, ' numarul de elemente din cluster = ',s, ' sau ',s*100/n:5:4,'% ');
    end;
    close(g);
    writeln('executie reusita, verificati fisierul out');
40  readkey;
    end.

```

Exemplu de realizare a invenției

Pacientul A., 31 ani, s-a adresat cu următoarele acuze: dureri la nivelul obrajilor în timpul deschiderii cavității bucale și la masticție, jenă musculară dimineața la trezire, accese de durere în regiunea obrajilor bilateral după masticție, cu frecvență și durată variabilă, limitare a diapazonului de mișcare non-algică. Obiectiv s-a aplicat protocolul de examinare DC/TMD, concluzie diagnostică fiind: mialgie bilaterală a mușchiului maseter, cu dureri mai intense la maseterul stâng. S-a aplicat metoda revendicată, prin algometria mușchiului maseter stâng (determinarea pragurilor de sensibilitate la durere prin presiune - PPT - pain pressure threshold), cu crearea următoarei hărți a durerii în baza a 9 puncte de investigare, care corespund proiecției mușchiului maseter (originea, corpul muscular, inserția mușchiului maseter). Datele au fost sistematizate sub forma unei "hărți algice" (Tab.).

Distribuția pragurilor de sensibilitate la durere prin presiune (PPT) a pacientului A

Tabel

1,23	1,22	0,94
0,95	0,67	1,42
1,56	1,36	1,23

55 Datele brute au fost introduse în software-ul compilat pentru executarea acestui algoritm de calcul, care numărul necesar de clustere în funcție de parametrul R^2 și introduce în fișierul fileout.txt, distribuția

elementelor în clustere, valoarea parametrului R^2 , clusterelor care prezintă interes din punct de vedere clinic (cu elemente ce au praguri mai mici decât 1,0, valoarea medie a pragurilor și suprafața raportată la suprafața totală a mușchiului pentru aceste clustere. Pentru pacientul A, din exemplul de mai sus, după aplicarea programului în fileout.txt s-a înscris:

5 A fost selectat 4 clustere
 $R^2=0,9788$
 Distribuția elementelor pe clustere:
 1,230 2
 1,220 2
 10 0,940 4
 0,950 4
 0,670 3
 1,420 1
 1,560 1
 15 1,360 1
 1,230 2
 Clustere de interes:
 Cluster 3 Media valorilor=0,670; $1-R^2[3]=0,0000000$ numărul de elemente din cluster = 1 sau 11,1111%
 20 Cluster 4 Media valorilor=0,945; $1-R^2[4]=0,0023603$ numărul de elemente din cluster = 2 sau 22,2222%.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. Alburquerque-Sendín F., Madeleine P., Fernández-de-Las-Peñas C., Camargo P. R., Salvini T. F. Spotlight on topographical pressure pain sensitivity maps: A review. Journal of pain research, no 11, 2018, p. 212
2. Binderup A. T., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Cluster analysis of pressure pain threshold maps from the trapezius muscle, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, vol. 13, no 6, 2010, p. 677-683, DOI: 10.1080/10255840903446979

(57) Revendicări:

Metodă de diagnostic al disfuncțiilor mușchilor masticatori, care constă în aceea că pacientul se poziționează într-o poziție comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziție de inocluzie fiziologică a mandibulei, suprafața mușchiului se divizează într-un număr de puncte de 9, 12 sau 15, aranjate într-o matrice după principiul aranjării datelor dinspre posterior spre anterior în proiecția mușchiului investigat, și anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru mușchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru mușchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm² se aplică o presiune în punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariția senzației de durere, datele obținute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, în care inițial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce țin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează și se determină apartenența elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafața mușchiului, cât și valoarea coeficientului determinării, în cazul în care cel mai mic element al clusterului are o valoare a pragului de sensibilitate mai mică de 1,0 kgf, se diagnostichează prezența afectării clusterului de pe suprafața mușchiului.

