MD 1627 Y 2022.06.30

REPUBLICA MOLDOVA

(19) Agenţia de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

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

(12) BREVET DE INVENŢIE DE SCURTĂ DURATĂ

În termen de 6 luni de la data publicării menţiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenţie de scurtă durată, orice persoană poate face opoziţie la acordarea brevetului	
(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 ŞI FARMACIE "NICOLAE TESTEMIŢANU" 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 ŞI FARMACIE "NICOLAE TESTEMIŢANU" DIN REPUBLICA MOLDOVA, MD	

(54) Metodă de diagnostic al disfuncţiilor muşchilor masticatori

MD 1627 Y 2022.06.30

(57) Rezumat:

1

Invenţia se referă la medicină, în special la stomatologie şi poate fi utilizată pentru evidenţierea particularităţilor disfuncţiei muşchilor masticatori în baza pragurilor sensibilităţii algice mecanice a muşchilor masticatori.

Esenţa invenţiei constă în aceea că pacientul se poziţionează într-o poziţie comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziţie de inocluzie fiziologică a mandibulei. Suprafaţa muşchiului 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 proiecţia muşchiului investigat, şi anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru muşchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru muşchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm^2 se aplică o presiune în

2

punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariţia senzaţiei de durere. Datele obţinute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, indicat în descriere, în care iniţial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce ţin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează şi se determină apartenenţa elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafaţa muşchiului, cât şi 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 prezenţa afectării clusterului de pe suprafaţa muşchiului.

Revendicări: 1

Figuri: 1

(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 cm^2, 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 $см^2$ 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:

Invenţia se referă la medicină, în special la stomatologie şi poate fi utilizată pentru evidenţierea particularităţilor disfuncţiei muşchilor masticatori în baza pragurilor sensibilităţii algice mecanice a muşchilor masticatori.

Este cunoscut faptul, că durerea apare în urma activării receptorilor prin intermediul a diferiţi stimuli nocivi (termici, mecanici şi chimici), fiind cunoscute două tipuri de fibre, care pot conduce informaţia nociceptivă - fibrele Aδ mielinizate, care mediază durerea acută sau ”rapidă/iniţială” şi fibrele C nemielinizate - care mediază durerea ”tardivă/secundară”. Nocicepţia musculară implică receptori mecanosenzitivi cu prag înalt (high-threshold mecahnosensitive receptors - HTM) pe fibrele C şi Aδ, fiind demonstrat că activarea acestora depinde de intensitatea presiunii aplicate şi necesită depăşirea 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 pacienţilor cu disfuncţie temporo-mandibulară se utilizează pe larg palparea manuală, pentru evaluarea sensibilităţii mecanice la durere. În unele cazuri, palparea manuală a muşchilor masticatori este insuficient de informativă şi veridică, din cauza anumitor factori (utilizarea diferitor tehnici de palpare, neconcordanţe în localizarea punctelor supuse palpării, modificări cauzate de palparea repetată). Se recomandă astfel utilizarea unor dispozitive standardizate (algometre), cu respectarea protocolului de examinare.

Măsurarea senzaţiei dureroase umane este esenţială pentru diagnosticul şi managementul durerii. Diferite tipuri de durere (termică, electrică, chimică şi 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) şi 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). Senzaţia dureroasă mecanică poate fi evaluată cu ajutorul algometrului. Aplicarea graduală a presiunii pe un sector de muşchi este detectată de forţa de deplasare a unui tranductor 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 sensibilităţii algice mecanice (MPS), fiind utilizată ca tehnică la diverşi muşchi (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 atenţie să apese un buton de oprire imediat ce percepţia stimulului se schimbă de la presiune la durere (definită ca PPT) sau când nu mai poate tolera presiunea (toleranţă 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 corelaţie variind de la 0,86 la 0,99) pot fi realizaţi şi cu două repetări. Pentru a genera hărţi 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 sensibilităţii dureroase în tensiune-tip cefalee (TTH) asupra muşchiului temporalis; şi
- grile, folosind valori relative, bazate pe repere anatomice şi 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: rezoluţia spaţială (distanţa dintre două locaţii adiacente) şi însumarea spaţială 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 funcţie de coloană/rând sau în mod aleatoriu pentru a evita temporizarea spaţială. În cele din urmă, numărul de puncte PPT trebuie ajustat în funcţie 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 vigilenţă (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. IEEExplore. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549). Al treilea aspect este regiunea anatomică a corpului de interes. Trebuie remarcat faptul că hărţile actuale de sensibilitate a durerii la presiune topografică au fost construite empiric pe baza aspectelor clinice ale condiţiilor asociate cu zona corpului de interes. De fapt, hărţile topografice ale durerii au fost create pentru individ, de exemplu, temporalis, trapez sau infraspinatus şi 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 hărţile durerii de presiune topografică. Cel mai simplu şi cel mai utilizat mod de interpolare între două valori cunoscute este interpolarea liniară. Poate interpola doar în două dimensiuni şi nu prezintă interes atunci când sunt interpolate datele PPT, folosind grilele selectate. O metodă mai adecvată este interpolarea inversă a distanţei în care valorile necunoscute ale oricărui punct sunt calculate ca o însumare a tuturor valorilor punctelor evaluate multiplicate cu un factor de ajustare reprezentând distanţa dintre fiecare punct PPT cunoscut şi necunoscut (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. IEEExplore. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549.). Aceasta se exprimă prin următoarea formulă matematică:

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

unde: n este numărul de puncte înregistrate, f_i valoarea punctului înregistrat şi 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 distanţa dintre punctele înregistrate, iar h_i este distanţa dintre punctul interpolat şi punctul înregistrat dat de:

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

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

O metodă cumva îmbunătăţită de interpolare ponderată inversă a fost propusă de Franke şi 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 distanţa de la punctul interpolat la cel mai îndepărtat punct înregistrat.

Ambele metode au proprietăţi 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 şi 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 şi colab. au arătat neliniaritatea metodei de interpolare la distanţă inversată folosind coeficienţi de ponderare Franke şi Nielson (Binderup A., Arendt-Nielsen L., Madeleine P. Pressure pain threshold mapping: a new imaging modality of muscle sensitivity to pain. IEEExplore. 2008, p. 1-4. DOI 10.1109/AISPC.2008.4460549). Metoda de interpolare permite generarea hărţilor PPT într-un mod reprezentativ, permiţând o interpretare semnificativă, bazată doar pe inspecţia vizuală. Hărţile topografice ale sensibilităţii durerii la presiune afişează topografia sensibilităţii durerii la presiune între structurile profunde ale aceluiaşi muşchi şi între diferiţi muşchi [1].

Dezavantajul metodei cunoscute constă în aceea, că nu permite vizualizarea sensibilităţii algice, în special distribuţia şi organizarea spaţială a acesteia.

Mai este cunoscută utilizarea algometriei pentru determinarea sensibilităţii 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 şi cuantificarea sensibilităţii algice musculare pentru muşchii investigaţi. În literatura de specialitate se cunoaşte că sensibilitatea algică nu este un fenomen omogen la nivelul muşchilor, variind în funcţie de situs şi de componenţa structurală a zonei investigate (prezenţa ţesutului tendinos, corpul muscular, ţesut conjunctiv, adipos, etc.). În sursa menţionată şi anume conform lucrării lui Binderup et al. este utilizată divizarea în clustere a elementelor obţinute la studiul PPT realizat pentru muşchii trapezi. Tot aici este prezentat parametrul numit „coeficient al determinării” (coefficient of determination), care se defineşte prin următoarea relaţie, pentru vectorii unidimensionali (n=1):

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

unde: μ, μ_i reprezintă valoarea medie a tuturor pragurilor şi, respectiv a pragurilor care aparţin 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 distribuţia optimă a elementelor în clustere [2].

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

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

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

O problemă actuală în domeniu, este interpretarea acestor ”hărţi algice”, de perspectivă fiind utilizarea metodelor analitice matematice (clusterizarea) pentru diferenţierea zonelor din cadrul unui muşchi 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 hărţii algice musculare, la etapele de planificare a tratamentului, evidenţierea zonelor de interes terapeutic, cât şi permite monitorizarea eficienţei terapiei aplicate, prin evaluarea repetată a MPS la adresare, pe parcursul intervenţiilor terapeutice, cât şi după acestea.

Metoda constă în faptul că pentru descrierea gradului de afectare a muşchilor maseter sau temporal se propune o metodă analitică, bazată pe divizarea în clustere a valorilor obţinute 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.

Problema pe care o rezolvă invenţia constă în elaborarea unei metode care permite evidenţierea diferenţelor de sensibilitate algică în diferite zone musculare la pacienţi şi la persoanele sănătoase, inclusiv care permite cuantificarea efectului intervenţiilor terapeutice direcţionate (farmacologice, tratament ocluzal reversibil, terapia manuală, etc.) la persoanele cu disfuncţii ale muşchilor masticatori.

Esenţa invenţiei constă în aceea că pacientul se poziţionează într-o poziţie comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziţie de inocluzie fiziologică a mandibulei. Suprafaţa muşchiului 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 proiecţia muşchiului investigat, şi anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru muşchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru muşchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm^2 se aplică o presiune în punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariţia senzaţiei de durere. Datele obţinute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, în care iniţial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce ţin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează şi se determină apartenenţa elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafaţa muşchiului, cât şi 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 prezenţa afectării clusterului de pe suprafaţa muşchiului.

Rezultatul invenţiei constă în aceea că se efectuează analiza cantitativă a muşchilor prin metoda PPT şi evidenţierea clusterului care conţine elementele cu un nivel scăzut al PPT, clustere care ulterior vor fi subiectul prin intermediul cărora se determină gradul de afectare a muşchiului, pentru care este importantă determinarea varianţei cât şi centrul clusterului, care este valoarea medie a pragurilor elementelor incluse în cluster.

Invenţia se explică prin desenul din figură, care reprezintă matricea cu punctele pentru aplicarea presiunii pe suprafaţa muşchiului examinat.

Algoritmul metodei de separare în clustere se realizează după următorii paşi:

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

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

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

4. Se repetă execuţia paşilor 2-3, până când este absentă redistribuirea elementelor.

În continuare vom descrie posibilitatea utilizării metodei divizării în clustere pentru analiza PPT a muşchilor. Aşa cum pragurile obţinute sunt descrise printr-o singură valoarea scalară, datele utilizate în 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 creştere de clustere (la primul pas k=2); b) se iniţializează valoarea parametrului C_{prec} (o valoarea 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 calculează pentru fiecare prag *„j”* rămas distanţa Euclidiană dintre acesta şi centrul clusterului *„i”*; f) elementul *„j”* este inclus în clusterul *„l”* pentru care distanţa Euclidiană măsurată este minimă; g) se calculează parametrul C_{curent} după expresia menţionată mai sus; h) dacă C_{curent} nu se deosebeşte semnificativ de valoarea precedentă C_{prec} a acestuia, se sfârşeşte distribuţia elementelor. La această etapă, în algoritmul implementat a fost utilizată condiţia $\left(C_{prec} - C_{curent}\right)^2 < 0.001$. Dacă nu se realizează această condiţie, atribuim noua valoare pentru $C_{prec} = C_{curent}$ şi se repetă paşii (d)-(h); i) se calculează valoarea parametrului $R^2 = 1 - C_{curent} / \sum_{i=1}^{N}\left(a_i - \mu\right)^2$, dacă parametrul R^2 ia valoare mai mare sau egală cu 0,95, se analizează cele k clustere formaţi (valorile medii ale pragurilor pentru elementele incluse în cluster, suprafaţa clusterului, se evidenţiază clusterele ce prezintă interes din

punct de vedere clinic, se determină aportul relativ al clusterelor în coeficientul determinării $1-R_i^2=\sum_{a_j\in i}^{n_i}\left(a_j-\mu_i\right)^2 \Big/ \sum_{i=1}^{N}\left(a_i-\mu\right)^2$.

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

Spre deosebire de metoda descrisă în cea mai apropiată soluţie, obiectivul investigaţiei utilizând metoda clusterizării nu este axat doar pe separarea în clustere şi calcularea parametrului R^2, dar pe analiza cantitativă a muşchilor prin metoda PPT, se propune în continuare evidenţierea clusterului care conţine elementele cu un nivel scăzut al PPT, clustere care ulterior vor fi subiectul prin intermediul cărora se va face descrierea gradului de afectare a muşchiului.

Aşa cum numărul de clustere se alege după coeficientul determinării, în metoda propusă este prevăzută selecţia unui număr minim de clustere pentru care se satisface condiţia $R^2 \geq 0,95$, spre deosebire de cea mai apropiată soluţie, unde este analizată clusterizarea pentru orice număr *k* de clustere (cu apariţia clusterelor goi, adică fără elemente), cât şi realizată o statistică a formării clusterelor pentru N=20 persoane. Aşa 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 clusterele 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 evidenţiat se va determina varianţa, cât şi centrul clusterului (valoarea medie a pragurilor elementelor incluse în cluster).

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 fişier text, care conţine datele brute de investigare prin algometrie a PPT, cu crearea unui fişier text de ieşire care prezintă rezultatele, astfel pentru numărul de clustere preselectaţi, se determină apartenenţa elementelor (prag de sensibilitate PPT) fiecărui cluster format, cât şi valoarea coeficientului determinării. Programul creat este fiabil, prin faptul că permite stabilirea numărului de elemente (praguri PPT), cât şi a numărului de clustere, necesari de a fi evaluaţi, ceea ce poate acoperi o serie extinsă de necesităţi diagnostice sau de investigaţii ştiinţifice în domeniu. Valoarea coeficientului determinării (coefficient of determination), conform celei mai apropiate soluţii necesită a avea o valoare de peste 95% (sau 0,95 dacă este prezentat în formă zecimală), pentru a asigura prezenţa unei distribuţii eficiente a datelor. Astfel, coeficientul determinării îndeplineşte şi rolul de a ghida clinicianul/investigatorul privind nivelul de clusterizare acceptabil, şi a putea diviza ”harta algică” a muşchiului într-un număr de clustere relevanţi pentru cazurile examinate.

Metoda se realizează în modul următor.

Pacientul se poziţionează într-o poziţie comodă în fotoliul stomatologic, care să nu inducă tensionare sau poziţii non-naturale, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă şi fiind instruiţi să nu realizeze angrenarea forţată a dinţilor în timpul investigaţiei (poziţie de inocluzie fiziologică a mandibulei). Suprafaţa muşchiului se divizează într-un număr de puncte, aranjate într-o matrice (3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru muşchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru muşchiul temporal). Se utilizează un algometru cu maneta de 1 cm^2 pentru aprecierea pragurilor de durere la presiune (PPT). Acesta se aplică perpendicular pe suprafaţa pielii în proiecţia muşchiului investigat (muşchiul maseter sau temporal). Se aplică o presiune în puncte din matrice, după care se înregistrează valorile presiunii, care au provocat apariţia senzaţiei de durere. Modul de aranjare a elementelor matricei, urmează principiul aranjării datelor dinspre posterior spre anterior în proiecţia muşchiului investigat, cu primele elemente, ocupând primul rând al matricei (figura). Aprecierea algometrică a pragurilor de sensibilitate algică mecanică (MPS - mechanical pain sensitivity) se realizează în ordine aleatorie, pentru a evita sumarea spaţială şi temporală (asigurarea unei veridicităţi 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 iniţial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce ţin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune (PPT), apoi se procesează şi se determină apartenenţa elementelor fiecărui cluster format, cât şi 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 prezenţa afectării clusterului. Datele obţinute (returnate prin intermediul unui fişier de extensie txt) reflectă posibilităţile fiabile ale algoritmului descris, în funcţie de necesitatea terapeutică a gradului de analiză şi segmentare a ”hărţii algice”. În programul elaborat este prevăzută posibilitatea modificării numărului de elemente, după necesitate, prin modificarea respectivă în fişierul de intrare.

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

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

  function min(A:tablou; n:integer;c:integer):real;
  var i:integer;
  m:real;
  begin
  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;

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

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

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

    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
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;

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

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

 procedure atrib (var A:tablou; i:integer; k:integer);
 var j,m:integer;
    d:real;
 begin
 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;
 A[i].cluster:=m;
 end;

procedure algoritm(var A:tablou; n:integer; k:integer);
 var i,j:integer;
 param1, param2:real;
 begin
 selectareelement(A,n);
 param1:=parameter(A,n,k);
 repeat
  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;
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;
end;

begin
clrscr;
citirefisier(f);
assign(g,'fileOut.txt');
rewrite(g);
selectareelement(A,n);
par1:=1; i:=2;
repeat
algoritm(a,n,i);
i:=i+1;
z[i]:=1-par1;
until (1-par1)>=0.95;
m:=i-1;
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
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;
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');
readkey;
end.
```

Exemplu de realizare a invenţiei

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

Distribuţia 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

Datele brute au fost introduse în software-ul compilat pentru executarea acestui algoritm de calcul, care numărul necesar de clustere în funcţie de parametrul R^2 şi introduce în fişierul fileout.txt, distribuţia

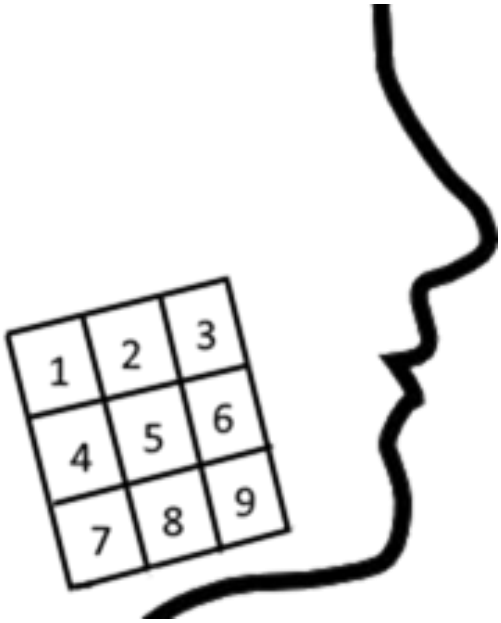
elementelor în clustere, valoarea parametrului R^2, clusterele care prezintă interes din punct de vedere clinic (cu elemente ce au praguri mai mici decât 1,0, valoarea medie a pragurilor şi suprafaţa raportată la suprafaţa totală a muşchiului pentru aceste clustere. Pentru pacientul A, din exemplul de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

A fost selectat 4 clustere
R^2=0,9788
Distribuţia elementelor pe clustere:
1,230 2
1,220 2
0,940 4
0,950 4
0,670 3
1,420 1
1,560 1
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%
Cluster 4 Media valorilor=0,945; 1-R^2[4]=0,0023603 numărul de elemente din cluster = 2 sau 22,2222%.

(56) Referinţe 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 disfuncţiilor muşchilor masticatori, care constă în aceea că pacientul se poziţionează într-o poziţie comodă, să nu creeze tensionare la nivelul musculaturii craniocervicale, fiind într-o stare de relaxare relativă sau în poziţie de inocluzie fiziologică a mandibulei, suprafaţa muşchiului 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 proiecţia muşchiului investigat, şi anume 3x3, 4x3, 5x3 puncte pentru muşchiul maseter sau 3x3, 3x4, 3x5 puncte pentru muşchiul temporal, apoi cu ajutorul unui algometru cu maneta de 1 cm^2 se aplică o presiune în punctele din matrice, după care se înregistrează aleatoriu valorile pragurilor de sensibilitate algică mecanică după apariţia senzaţiei de durere, datele obţinute prin algometrie se transpun într-un program creat într-un limbaj de programare Borland Pascal v.7.0, în care iniţial se specifică numărul de puncte, apoi se introduc datele ce ţin de pragurile de sensibilitate la durere, determinate la presiune, apoi se procesează şi se determină apartenenţa elementelor fiecărui grup cu formare de clustere pe suprafaţa muşchiului, cât şi 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 diagnosticheazăprezenţa afectării clusterului de pe suprafaţa muşchiului.

MD 1627 Y 2022.06.30