

MODIFICĂRILE PARAMETRILOR DE BAZĂ AI TREMORULUI FIZIOLOGIC LA PROBA ORTOSTATICĂ

Vitalie MINCIUNĂ

Catedra Biologie Umană și Animală

In young persons the orthostatic test with an initially activated „mechanic-reflex” produced a 1.3 increase of physiological tremor spectral energy and a greater density (by 34.1%) of vibrations in the 14-18 Hz frequency range.

In elderly persons with an initially activated „mechanic-reflex” component the change in body position was accompanied by a 1.2 decrease of spectral energy, due to a reduction in the density of vibrations in the 7-13 Hz frequency range (by 29.0%) and in the 14-18 Hz frequency range (by 24.3%).

Tremorul fiziologic al degetelor mâinii este modelat preponderent de activitatea unităților motorii (motoneuronii spinali). În condiții de repaus, activitatea motoneuronilor alfa și gama este axată pe reflexul spinal și determină tonusul muscular. Frecvența impulsurilor generate de bucla spinală alfa-gama este destul de constantă – 8-12 (7-13) Hz și, posibil, este semnificativ influențată de implicarea în proces a celulelor Renshaw [1,3]. Funcțiile structurilor motorii centrale sunt îndreptate spre sincronizarea rafalelor de activizare a unităților motorii [2].

În același timp, activitatea unităților motorii nu este unica sursă ce determină caracteristicile tremorului mâinilor. Aceste microvibrații involuntare mai sunt modelate de „mecanica” mâinii, reflexul mecanic, de efectul de rezonanță al oscilațiilor altor segmente ale corpului [5,7]. Tremorul este influențat, de asemenea, de activitatea centrelor motorii angajate în controlul poziției spațiale a segmentelor aparatului locomotor și de afecțiunile morfofuncționale ale sistemului nervos [3,6].

Scopul investigației în cauză a constat în estimarea specificului de vârstă al activității motorii la stimularea aparatului vestibular, având în calitate de obiect de cercetare tremorul fiziologic al degetelor mâinii.

Material și metode

În studiu au fost incluse 21 de persoane tinere (vârsta medie $19,9 \pm 0,14$), care au constituit lotul I de investigații și 15 persoane în etate (vârsta medie $71,1 \pm 2,04$), incluse în cadrul lotului II. Schema experimentului prevedea evaluarea spectrului de vârstă al parametrilor de bază ai tremorului fiziologic în condițiile activării componentei „mecanic-reflex”, în urma contracției mușchilor extensori și menținerii unei poziții orizontale a mâinii pe toată durata studiului și efectuării probei ortostatice cu modificarea poziției corpului, inițial orizontale, cu 45° .

Caracteristicile tremorului fiziologic au fost estimate în baza rezultatelor tremorometriei accelerometrice, cu utilizarea piezoaccelerometrelor de tip PAMT-1, care se fixau pe falanga distală a degetului arătător al mâinii drepte. Înregistrarea și analiza datelor s-a efectuat cu aplicarea programului „Micromotorica-1”, elaborat în cadrul Laboratorului de biomecanică și diagnostic vibrațional din N.Novgorod, Federația Rusă [9]. Intensitatea impulsului înregistrat a fost amplificată cu 50%.

Au fost estimate oscilațiile involuntare ale degetelor mâinii în diapazonul de frecvență 0-50 Hz, pe 5 intervale de frecvență (0-4 Hz, 4-7 Hz, 7-13 Hz, 14-18 Hz și 19-50 Hz), în baza evaluării indicatorilor pe 14 subintervale de frecvență evidențiate (0,5-2,5 Hz, 2,6-3,4 Hz, 3,6-4,4 Hz, 4,6-5,4 Hz, 5,5 -6,9 Hz, 7,0-7,3 Hz, 7,5-10,5 Hz, 10,6-13,0 Hz, 14-18 Hz, 18,5-21,5 Hz, 22,0-25,0 Hz, 26,0-30,0 Hz, 31,0-37,0 Hz, 38,0-50,0 Hz).

În diapazonul 0-20 Hz a fost apreciată, de asemenea, frecvența medie (MPF), frecvența cu energie maximală (FMAX), energia maximală (PMAX), energia medie (PAVER) a oscilațiilor, ponderea oscilațiilor cu energie maximală (%PMAX) și a oscilațiilor cu energie medie (%PAVER), precum și coeficientul (PREL), determinat în baza raportului (PMAX)/ (PAVER) [8].

Autenticitatea rezultatelor obținute s-a analizat în baza criteriului Student (t). Diferența s-a interpretat ca veridică pentru $p < 0,05$.

Rezultate și discuții

Caracteristicile tremorului fiziologic sunt determinate de acțiunea concomitentă a două componente, ritmic distinctive. Astfel, prima componentă, tremorul cu frecvența de 8-12 (7-13) Hz, se bazează pe rafalele

de activizare a unităților motorii, pe când componenta a doua, ce determină oscilațiile pe frecvența <7 Hz și >13 Hz, întruchipează un spectru larg de factori ce țin de mecanica mâinii, reflexul mecanic, acțiunea accelerometrului, controlul central asupra poziției spațiale a corpului etc. [5,3,7].

Principiile menținerii activității buclei spinale în limitele de frecvențe menționate nu sunt suficient de elucidate. Probabil, un rol important în cadrul acestui mecanism îi revine inhibiției Renshaw [1]. În cadrul unui studiu recent [în tipar], am depistat că în stare de repaus, când activitatea motoneuronilor spinali se limitează la menținerea tonusului muscular, în cadrul intervalului de frecvență 7-13 Hz se plasează circa 2/3 din numărul total de oscilații înregistrate în spectrul de frecvență 0-50 Hz, indiferent de vârsta persoanelor investigate. În același timp, la vârstnici densitatea oscilațiilor în intervalul de frecvență 7-13 Hz este de peste 7 ori mai mare decât la tineri. Aceste modificări contribuie, la rândul lor, la creșterea de peste 10 ori a energiei spectrale a tremorului, înregistrat la persoanele în etate.

Stimularea activității centrelor motorii prin impunerea controlului asupra poziției spațiale a mâinii (menținerea acesteia în poziție orizontală) s-a soldat cu o creștere a mai multor indicatori estimați, care, de altfel, era mult mai semnificativă în cadrul lotului tânăr.

Studiul actual reflectă reacția indicatorilor ce caracterizează tremorul fiziologic în condițiile menținerii controlului central asupra poziției spațiale a mâinii la efectuarea probei ortostatice. Datele din Tabel denotă că în condițiile activării componentei „mecanic-reflex” prin contracția mușchilor extensori ai mâinii energia spectrală a vibrațiilor (POWER) înregistrate în cadrul lotului tânăr (lotul I) depășește de 1,3 ori nivelul înregistrat la vârstnici (lotul II). Majorarea energiei tremorului este determinată atât de creșterea absolută a energiei maxime (P_{MAX}) și medii (PAVER) a oscilațiilor – de 1,6 și 1,5 ori, cât și de majorarea ponderii acestora (%P_{MAX} și %PAVER) – de 1,4 și 1,3 ori, respectiv. Indicatorii ce reflectă frecvența medie a tremorului (MPF) și frecvența cu energie maximală (FMAX) practic erau identici în cadrul ambelor loturi.

Tabel

Modificarea energiei și a frecvenței oscilațiilor la efectuarea probei ortostatice

Dimensiunea	Lotul				P*
	I (n=21)		II (n=15)		
	(A)	(B)	(A)	(B)	
1	2	3	4	5	6
POWER (ms²)	15616,8±1695,91	19912,9±1820,52	12100,3±376,6	9905,5±382,20	P ₂₋₃ <0,05 P ₂₋₄ <0,05 P ₄₋₅ <0,001
FMAX (Hz)	11,6±0,75	13,4±0,52	12,9±0,75	12,3±0,78	
MPF (Hz)	13,9±0,33	12,4±0,29	13,3±0,53	12,4±0,29	P ₂₋₃ <0,001
P_{MAX} (ms²)	715,1±104,30	1066,4±82,09	451,9±49,32	292,6± 23,36	P ₂₋₃ <0,001 P ₂₋₄ <0,01 P ₄₋₅ <0,01
% P_{MAX}	4,8±0,30	5,1±0,22	3,4±0,34	2,7± 0,22	P ₂₋₄ <0,01
PAVER (ms²)	366,9±48,38	489,0±58,07	248,3±18,83	181,2±9,70	P ₂₋₄ <0,05 P ₄₋₅ <0,001
% PAVER	2,6±0,10	2,6±0,05	2,0±0,15	1,8±0,07	P ₂₋₄ <0,001
PREL	1,8±0,06	2,1±0,05	1,6±0,10	1,7±0,11	P ₂₋₃ <0,001

* Notă: (A) – inițial, (B) – după proba ortostatică

* S-a precizat doar în condițiile unor diferențe autentice

La tineri, proba ortostatică a contribuit la creșterea energiei spectrale a tremorului (POWER) și a energiei medii a oscilațiilor (POVER) de 1,3 ori. Vârful energetic (P_{MAX}) s-a majorat de 1,5 ori. Datorită unei creșteri mai semnificative a indicatorului din urmă, s-a majorat de 1,2 ori coeficientul (PREL), care reflectă raportul dintre energia maximală (P_{MAX}) și energia medie (PAVER). Frecvența medie a tremorului (MPF) s-a diminuat cu 1,5 Hz.

Spre deosebire de perturbările înregistrate în cadrul lotului I, modificarea poziției corpului la vârstnici s-a soldat cu o descreștere a mai multor indicatori estimați. Astfel, energia spectrală a tremorului, în urma probei ortostatice, s-a redus de 1,2 ori, energia medie (PAVER) a oscilațiilor – de 1,4 ori, iar energia maximală (P_{MAX}) a acestora – de 1,5 ori.

Pentru a estima rolul factorial al modificărilor înregistrate au fost estimate perturbările ce au avut loc în cadrul a 5 intervale de frecvență (Fig.1). Inițial, densitatea medie a oscilațiilor în intervalul de frecvență 0-50 Hz la tineri depășește de 2,3 ori ($P<0,001$) nivelul înregistrat la vârstnici. Acest fenomen ține de particularitățile de vârstă ale tremorului fiziologic reflectate de noi în lucrarea menționată mai sus, care, posibil, au la bază dereglarea transmiterii sinaptice ca urmare a reducerii sensibilității receptorilor membranei post-sinaptice sau sunt o consecință a hiperpolarizării membranelor sinaptice, fie a epuizării rezervelor de neurotransmițători.

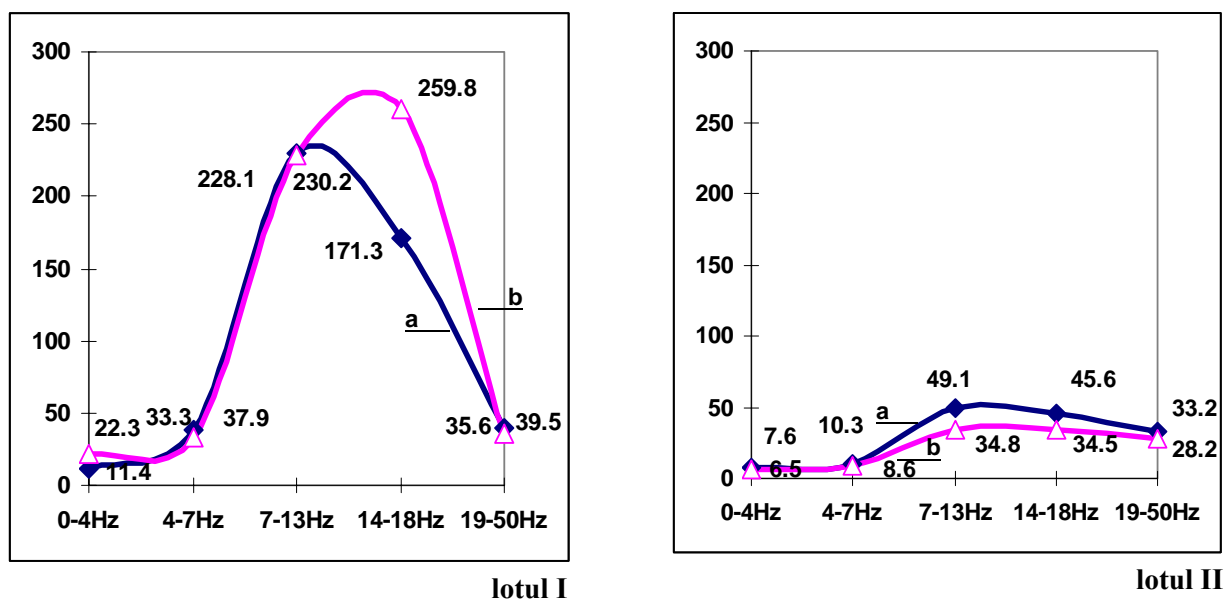


Fig.1. Modificarea densității oscilațiilor la proba ortostatică:
(a) – inițial, (b) – după proba ortostatică.

O contrapunere a indicatorilor estimați pe intervale de frecvență analizate relatează despre o prevalare vădită a numărului de oscilații în cadrul lotului tânăr, comparativ cu cel înregistrat la vârstnici: pe intervalul de frecvență 7-13 Hz – de 4,7 ori ($P<0,001$), iar pe intervale de frecvență 4-7 Hz și 14-18 Hz – de 3,7-3,8 ori ($P<0,001$). Înregistrarea oscilațiilor cu frecvența de 4-7 Hz la persoanele tinere poate fi interpretată prin activarea controlului central asupra poziției mâinii [3], menținută în poziție orizontală pe durata investigațiilor.

Activarea aparatului vestibular ca urmare a probei ortostatice la tineri a contribuit la creșterea densității oscilațiilor cu 26,7% ($P<0,05$), această majorare datorându-se practic integral creșterii densității acestora cu 34,1% ($P<0,01$) în cadrul intervalului de frecvență 14-18 Hz. Modificările densității oscilațiilor în diapazonul 14-18 Hz, la stimularea aparatului vestibular sunt, posibil, un rezultat al activării nucleului ventral intermediar, care amplifică pulsația aferentă către mușchii extensori ai mâinii, stimulați inițial prin activarea reflexului mecanic.

La vârstnici modificarea poziției orizontale a corpului cu 45° a contribuit la diminuarea densității oscilațiilor cu 18,2% ($P<0,001$). Mai semnificativă a fost descreșterea indicatorilor evaluați pe intervalele de frecvență 7-13 Hz și 14-18 Hz – cu 29,0% ($P<0,01$) și 24,3% ($P<0,05$), corespunzător. Aceste modificări confirmă ipoteza reflectată mai sus privind afectarea mecanismului transmiterii sinaptice la vârstnici, care poate avea la bază hiperpolarizarea membranelor sinaptice sau este o urmare a suprasolicității alostatice, manifestate prin reducerea sensibilității receptorilor membranei postsinaptice, epuizarea neuromediatorului sau a rezervelor energetice ca urmare a prevalării proceselor catabolice în detrimentul celor anabolice [4].

Concluzii

1. Proba ortostatică a contribuit la o creștere de 1,3 ori a energiei spectrale a tremorului fiziologic la tineri și la o descreștere a acesteia de 1,2 ori la vârstnici.

2. Majorarea energiei spectrale a tremorului la tineri a avut loc pe fondalul creșterii densității oscilațiilor cu 34,1% pe intervalul de frecvență 14-18 Hz. Această majorare, posibil, a fost determinată de sincronizarea

activității unităților motorii pe intervalul respectiv de frecvență de centrele motorii, cu implicarea în acest proces a nucleului ventral intermediar.

3. Diminuarea energiei spectrale a tremorului în urma descreșterii densității „descărcărilor” unităților motorii la efectuarea probei ortostatice cu 29,0% și 24,3% pe intervalele de frecvență 7-13 Hz și, corespunzător, 14-18 Hz, sincronizate de structuri centrale diferite, relatează despre un proces generalizat de afectare a transiterii sinaptice la persoanele în vârstă.

Referințe:

1. Granit R., Renkin B. Net depolarization and discharge rate of motoneurons, as measured by recurrent inhibition // J. Physiol. (London). - 1961. - No158. - P.461-475.
2. Kirkwood P.A., Sears T.A., Tuck D.L., Westgaard R.H. Variations in the time course of the synchronization of intercostals motoneurons in the cat // J. Physiol. (London). - 1982. - No327. - P.105-135.
3. Loscher W.N., Gallasch E. Myoelectric signs of muscle fatigue and physiological tremor from childhood to seniority // NATO-ASI-Series. - 1993. - No75. - P.103-127.
4. Saulea A., Tache S. Fiziologia țesuturilor excitabile. - Cluj-Napoca, 2004. - 159 p.
5. Stiles R.N. Lightly damped hand oscillations: acceleration-related feedback and system damping // J. Neurophysiol. - 1983. - No50. - P.327-343.
6. Sturman M.M., Vaillancourt D.E., Metman L.V. et al. Effects of subthalamic nucleus stimulation and medication on resting and postural tremor Parkinson's disease // Brain. - 2004. - No127. - P.2131-2143.
7. Vaillancourt D.E., Newell K.M. Amplitude changes in the 8-12, 20-25, and 40 Hz oscillations in finger tremor // Clin. Neurophysiol. - 2000. - No111 (10). - P.1792-1801.
8. Viitasalo J.T., Gajevski J. and Wit A. Forearm tremor during three different isometric loadings // Electromyogr. Clin. Neurophysiol. - 1994. - No34. - P.131-136.
9. Ефремов А.П. Микромоторика // Тезисы докладов III Всероссийской конференции по биомеханике. - Нижний Новгород, 1996, с.146-147.

Prezentat la 12.02.2008