



Stimularea transcraniană și transvertebrală directă cu curent continuu (indicațiile terapeutice și localizarea electrozilor)

V. Lacusta, Victoria Cereș, Angela Gîlea, Irina Șincarenco
Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM, Chișinău, Republica Moldova
lacusta@mtc.md

Rezumat

Stimularea transcraniană și transvertebrală directă cu curent continuu (indicațiile terapeutice și localizarea electrozilor)

V. Lacusta, Victoria Cereș, Angela Gîlea, Irina Șincarenco

Sunt sistematizate variantele privind aplicarea stimulării transcraniene și transvertebrale directe cu curent continuu în tratamentul diferitor afecțiuni. Variantele de stimulare electrică (în total 51) sunt ilustrate grafic cu descrierea particularităților de stimulare electrică în funcție de indicațiile terapeutice.

Cuvinte-cheie

stimularea electrică transcraniană, stimularea electrică transvertebrală, indicații clinice, tehnica aplicării

Variantele de localizare a electrozilor sunt expuse în conformitate cu rezultatele investigațiilor proprii acumulate pe parcursul a peste 10 ani și cu datele din literatură [1-14].

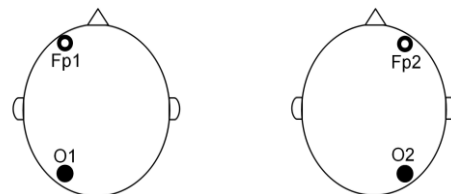
Primele șase variante se aplică pentru crearea condițiilor optime ale tratamentului (activarea cerebrală nespecifică cu optimizarea condițiilor pentru o acțiune terapeutică specifică asupra zonelor cerebrale; ameliorarea proceselor neurodinamice cerebrale și a activității interemisferiale; precizarea emisferei dominante/subdominante; ameliorarea stării psihoemoționale).

Variantele prezentate pot servi drept punct de orientare în alegerea preventivă a tratamentului; ele se precizează la fiecare pacient individual, în dependență de particularitățile manifestărilor patologice, indicii activității bioelectrice cerebrale, efectele pozitive și negative apărute.

Pentru individualizarea tratamentului un rol important are evidențierea asimetriei funcționale interemisferiale. La copii asimetria funcțională interemisferială nu se manifestă atât de pronunțat ca la persoanele mature, ceea ce se referă în special la copii cu afectări organice cerebrale. Reieșind din aceasta, variantele propuse se aplică la prima etapă pentru precizarea emisferei dominante/subdominante, apoi conform reacției pacientului în timpul primelor 1-2 ședințe se administrează cura de tratament. Prima ședință (uneori și a doua), poate fi con-

siderată diagnostică. Dacă în timpul procedurii cu polarizarea emisferei subdominante (emisfera dreaptă la dreptaci și emisfera stângă la stângaci) pacientul este relaxat, somnolent, iar după finisarea procedurii (peste 1-2 ore sau a doua zi) pacientul are senzația de energizare, dispoziție bună, uneori cu elemente de euforie, manifestă activitate verbală sporită, atunci se consideră că emisfera subdominantă a fost evidențiată corect. Dacă după procedura de polarizare pacientul devine inhibat sau iritat, se consideră că acțiunea s-a realizat asupra emisferei dominante. Deci, primele 1-2 proceduri ne oferă posibilitatea, într-o oarecare măsură, să evidențiem predominarea funcțională a emisferei dominante/subdominante. Această informație este utilă pentru individualizarea tratamentului ulterior.

Varianta 1



Anodul – Fp1 sau Fp2.

Catodul – O1 sau O2.

Indicații: retard psihic, neuroze, agresivitate (la stimuli vizuali), fobii; nistagm.

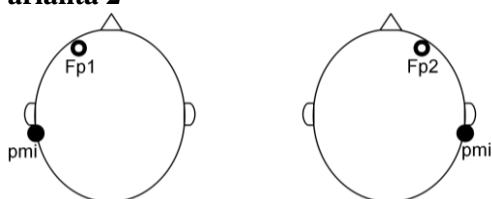
Notă: polarizarea cortexului frontal și occipital fortifică influența asupra activității func-



ționale a nucleului caudat și diminuează declanșarea reacțiilor agresive provocate de stimuli vizuali.

TDCS se realizează prin varianta sedativă (expoziția 35 de minute, dar nu mai mult de 45 de minute, intensitatea curentului aproximativ de 100 mcA, ceea ce constituie un curent de 1,2 ori mai mare comparativ cu variantele obișnuite ale TDCS). Se folosesc electrozi de dimensiuni 5,5-7,5 cm².

Varianta 2



Anodul – Fp1 sau Fp2. Catodul – pmi.

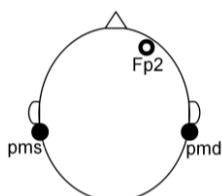
Indicații: nevroze (depresie, agresivitate, fobii), sindrom asteno-depresiv, deficit al atenției și hiperactivitate, enurezis, encoprez; dereglări motorii centrale, dizartrie, paralizie infantilă cerebrală; hipoplazia nervului optic; dereglarea auzului de origine centrală; cefalee tensională; boala Parkinson.

Notă: se aplică electrozi de dimensiuni 3-5,5 cm²; expoziția 35 de minute, dar nu mai mult de 40 de minute, intensitatea curentului de la 80 la 100 mcA.

În boala Parkinson electrozul se plasează în proiecția polului frontal al emisferei subdominante, indiferent de lateralizarea manifestărilor clinice.

Varianta Fp2-pmi este eficientă în ameliorarea funcțiilor verbale la copii cu paralizie cerebrală infantilă (22-30% cazuri), oligofrenie (până la 33%) și autism (28,5%). Varianta Fp1-pmi este mai eficientă în ameliorarea funcțiilor motorii (paralizia cerebrală infantilă).

Varianta 3



Anodul – Fp2. Catodul – pms + pmd.

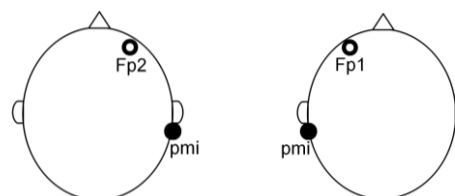
Indicații: retard psihic, oligofrenie la copii; distonie vegetativă.

Notă: se aplică electrozul bifurcat în regiunea proceselor mastoide; intensitatea curentu-

lui 80-120 mcA, expoziția 30-35 de minute.

Corecția dereglărilor vegetative se explică prin activarea legăturilor directe corticofugale dintre cortexul emisferei drepte și hipotalamus [12]. În procesul polarizării se implică *caudate loop*: neostreatum–pallidum–talamus–cortex frontal–neostreatum, care are o importanță mare în modularea funcțiilor psihice superioare și cognitive [13, 14].

Varianta 4



A) Anodul – Fp2. B) Anodul – Fp1.

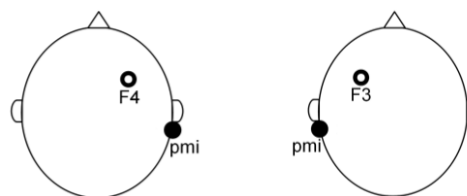
Catodul – pmi. Catodul – pmi.

Indicații: retard psihic, oligofrenie la copii, sindrom asteno-depresiv, deficit al atenției și hiperactivitate, nevroze, dereglări psihoemoționale și psihovegetative în perioada climacterică; dereglări psihomotorii, boala ticurilor; hemipareză spastică, paralizie cerebrală infantilă; cefalee; distonie vegetativă; ameliorarea proceselor neurodinamice cerebrale și interemisferiale pentru optimizarea tratamentului ulterior.

Notă: se aplică două poziții ale electrozilor în timpul procedurii; intensitatea curentului 80-100 mcA. Poziția (B) se aplică aproximativ 1/3 din timpul total al stimulării și intensitatea curentului este aproximativ cu 40% (60 mkA) mai mică comparativ cu poziția (A).

Pentru corecția distoniei vegetative se influențează prin emisfera stângă (Fp1) asupra activității formației reticulate, iar prin cortexul emisferei drepte (Fp2) preponderent asupra structurilor diencefalice.

Varianta 5



(A) Anodul – F4. (B) Anodul – F3.

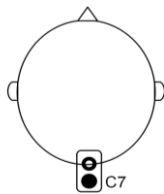
Catodul – pmi. Catodul – pmi.

Indicații: retard psihic, oligofrenie la copii; dereglări psihomotorii, boala ticurilor; ameliorarea proceselor neurodinamice cerebrale interemisferiale.



Notă: în procesul procedurii se acționează consecutiv asupra structurilor emisferei dominante și subdominante în medie timp de 15-18 minute la fiecare emisferă. Raportul de timp pentru stimularea emisferelor se poate schimba de la o procedură la alta în funcție de efectul terapeutic. Tratamentul începe cu raportul 3/4 : 1/4, următoarea procedură 1/2 : 1/2. În unele cazuri acțiunea asupra emisferei subdominante și dominante este de 1/3 : 2/3; intensitatea curentului de la 40 la 90 mcA.

Varianta 6



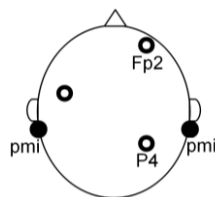
Anodul – vermisul cerebelar (1 cm distal de protuberanța occipitală pe linia mediană).

Catodul – regiunea cervicală, vertebra C7.

Indicații: nevroze, sindrom asteno-depresiv, dereglarea ciclului somn-veghe, logonevroză, retard psihic; dereglări motorii de origine centrală, hiperchineze, boala ticurilor; epilepsie; boala Parkinson.

Notă: prima dată stimularea electrică a cerebelului s-a aplicat în tratamentul epilepsiei în anii '70 ai secolului XX; investigațiile ulterioare au evidențiat un efect clinic pozitiv la stimularea cerebelului în special la bolnavii cu convulsii tonico-clonice.

Varianta 7



Anodul – regiunea între F7 și C3. *Anodul* – Fp2 și P4.

Catodul – pmi. *Catodul* – pmi.

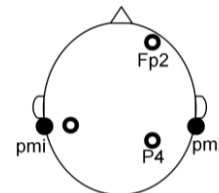
Indicații: afazie motorie.

Notă: există o relație funcțională strânsă între ariile cerebrale verbale și ariile membrilor superioare (la persoane sănătoase stimularea ariei corticocerebrale a membrilor superioare conduce la creșterea fluenței verbale; la bolnavii cu afazie motorie stimularea anodală în proiecția C3 conduce la ameliorarea func-

țiilor verbale și motorii ale membrilor superioare).

Pentru a determina mai exact proiecția lobului frontal și parietal se folosește schema anatomico-topografică – anterior de linia Rolando se va afla lobul frontal (zona motorie), posterior – lobul parietal (zona somatosensorie).

Varianta 8



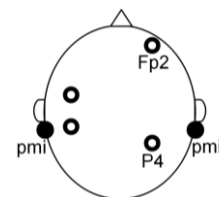
Anodul – regiunea între T5 și C3. *Anodul* – Fp2 și P4.

Catodul – pmi. *Catodul* – pmi.

Indicații: afazie sensorie.

Notă: polarizarea se realizează prin acțiunea asupra zonelor cerebrale frontale (aria 10 Brodmann), parietale și zona Wernike.

Varianta 9



Anodul – regiunile între F7-C3 și T5-C3.

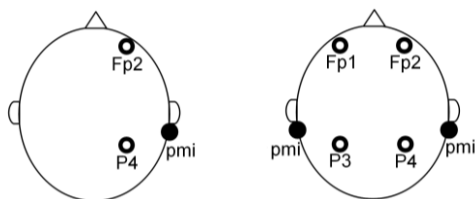
Anodul – Fp2 și P4.

Catodul – pmi. *Catodul* – pmi.

Indicații: alalie motorie și sensorie.

Notă: polarizarea se realizează prin acțiunea asupra zonelor cerebrale frontale, parietale, ariilor 44, 45 (zona Broca) și ariei 22 (zona Wernike).

În tratamentul alaliei sensorii alegerea zonelor pentru stimulare se bazează pe faptul că lobul temporal stâng este implicat preponderent în procesele de înțelegere a vorbirii, iar lobul temporal drept – în percepția semnalelor neverbale și cuvintelor în baza proprietăților ritmice și melodice. Spre deosebire de alalia sensorie, la bolnavii cu alalie motorie dereglările neuronale sunt localizate preponderent în emisfera verbal-dominantă (de regulă, în emisfera stângă).

**Varianta 10**

Anodul – Fp2 și P4. *Anodul* – Fp1/Fp2 și P3/P4.

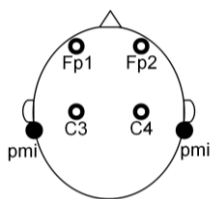
Catodul – pmi. *Catodul* – pmi.

Indicații: dereglări motorii centrale, hemipareză spastică; traume craniocerebrale ("status vegetative" în perioada acută, comă post-traumatică); retard psihic.

Notă: la copii cu retard psihic și cu hemipareză pe stânga electrozii se plasează în proiecția emisferei drepte; în cazurile de hemipareză pe dreapta, de traume craniocerebrale cu "status vegetative" – pe ambele emisfere.

La bolnavii cu dereglări motorii centrale în perioada reziduală se stimulează zonele corticale capabile să influențeze, pe de o parte, activitatea sistemului piramidal și extrapiramidal, pe de altă parte, activitatea zonelor asociative corticocerebrale.

Stimularea izolată a zonelor motorii corticocerebrale nu se recomandă, deoarece s-a stabilit că polarizarea lor direcționată poate declanșa mecanismele de formare a reacțiilor patologice hiperchinetice.

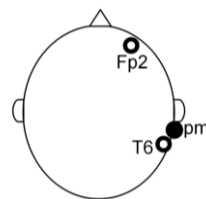
Varianta 11

Anodul – Fp1/Fp2 și C3/C4.

Catodul – pmi.

Indicații: hiperchineze generalizate, atetoză, boala ticurilor; diminuarea memoriei.

Notă: alegerea zonelor cerebrale se bazează pe studiile experimentale, care au evidențiat că stimularea concomitentă a cortexului motor și nucleului caudat stopează manifestarea hiperchinezelor. Nucleul caudat joacă un rol important și în mecanismele memoriei. Posibil că ameliorarea memoriei are loc parțial datorită modificării stării psihoemoționale în procesul stimulării cortexului frontal (acțiune nespecifică asupra proceselor mnestic).

Varianta 12

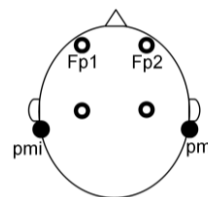
Anodul – Fp2 și T6.

Catodul – pmi.

Indicații: retard psihic, oligofrenie la copii, diminuarea memoriei.

Notă: polarizarea în proiecția cortexului temporal oferă posibilitatea de a influența activitatea sistemului limbic prin intermediul căilor corticofugale.

Conform datelor verificate cu aplicarea RMN, electrozii plasați în proiecția Fp1, Fp2 corespund ariei 10 Brodmann, iar electrozii plasați în proiecția T6 – ariilor 19, 37, 39.

Varianta 13

Anodul – Fp1/Fp2; regiunea între T3-C3 și T4-C4.

Catodul – pmi.

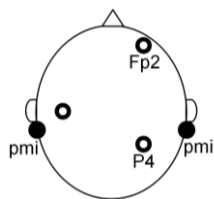
Indicații: afectarea bilaterală a funcțiilor auditive de origine centrală.

Notă: se stimulează ariile cerebrale auditive primare (câmpurile 41 și 42) și zonele asociative corticocerebrale.

Cortexul auditiv primar este situat în girurile Heschl localizate transversal pe circumvoluția temporală superioară, profund în fisura Sylvius.

Există conexiuni corticale reciproce între regiunile cortexului auditiv ale celor două emisfere, care trec prin regiunea mijlocie a corpului calos.

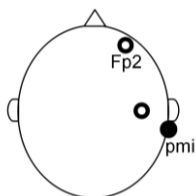
Prin studiile de stimulare corticală s-a demonstrat că stimularea girusului Heschl provoacă percepții nonspecifice (bâzâit, șuierat etc.); stimularea regiunilor anterioară și laterală a girusului temporal superior duce uneori la apariția halucinațiilor auditive complexe (muzicale, vocale etc.).

**Varianta 14**

Anodul – regiunea între T3-C3. *Anodul* – Fp2 și P4. *Catodul* – pmi. *Catodul* – pmi.

Indicații: afectare din stânga a funcțiilor auditive.

Notă: polarizarea se realizează prin stimularea zonelor frontale, parietale în asociere cu ariile auditive primare (41 și 42).

Varianta 15

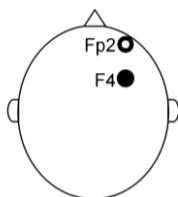
Anodul – Fp2 și regiunea între T4-C4.

Catodul – pmi.

Indicații: afectare din dreapta a funcțiilor auditive.

Notă: stimularea se realizează în proiecția cortexului frontal și ariilor auditive primare (41 și 42).

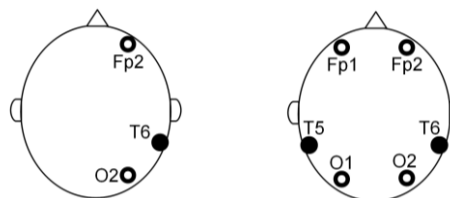
Conceptul de surditate corticală se referă la pacienții cu leziuni ale cortexului auditiv din ambele emisfere, care au dificultăți profunde în identificare sau recunoașterea vorbirii. Au fost descriși pacienți cu pierderea aparent completă a abilității de identificare și discriminare a sunetelor, dar indivizii respectivi nu erau deficitari în detectarea prezenței sunetelor. Cortexul auditiv este necesar pentru procese de ordin mai înalt, dar nu pentru simpla detectare sau reacționare la sunete.

Varianta 16

Anodul – Fp2. *Catodul* – F4.

Indicații: retard psihic și verbal (în special la copii); dereglarea funcțiilor auditive de origine centrală.

Notă: varianta se aplică de regulă în mijlocul curei de tratament (3 stimulări consecutive cu intervale de 1-3 zile) și este urmată de stimularea în proiecția polului frontal (Fp2, anod) și procesului mastoid ipsilateral (catod).

Varianta 17

Anodul – Fp2 și O2. *Anodul* – Fp1/Fp2; O1/O2. *Catodul* – T6. *Catodul* – T5/T6.

Indicații: nistagm, strabism.

Notă: în dependență de lateralizarea dereglărilor, polarizarea se realizează în proiecția unei emisfere cerebrale sau a ambelor.

Se stimulează zonele cerebrale implicate în reglarea funcțiilor vizuale, în special tractul occipito-temporo-ponto-cerebelar (primii neuroni se localizează în cortexul occipital și temporal, axonii lor ating nucleele ipsilaterale ale punții; axonii neuronilor punții se îndreaptă contralateral către cerebel – cortex și nucleul dințat); neuronii nucleului dințat au legături multilaterale cu trunchiul cerebral și participă în coordonarea funcțiilor vizuale.

Varianta 18

Anodul – Fp2 și P4. *Anodul* – nivelul ThX-XI. *Catodul* – pmi. *Catodul* – nivelul LI-II.

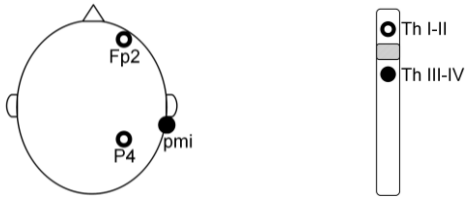
Indicații: dereglări motorii de origine centrală, tetrapareză spastică, tulburări ale schemei corporale, astereognozie; tulburări vestibulare.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Se stimulează zonele prefrontale, proiecțiile corticale ale sistemului extrapiramidal și zonele asociative parietale.



Varianta 19

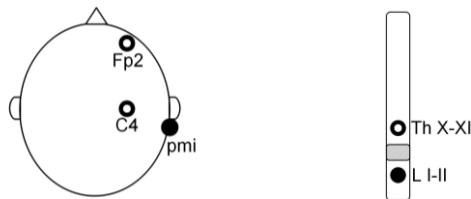


Anodul – Fp2 și P4. Anodul – nivelul ThI-II.
 Catodul – pmi. Catodul – nivelul ThIII-IV.
 Indicații: tetrapareză spastică cu sindrom pseudobulbar.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Alegerea zonelor cerebrale și spinale pentru stimulare reiese din posibilitatea de a influența asupra stării funcționale a tractului spinoreticular și a structurilor motorii supraspinale.

Varianta 20



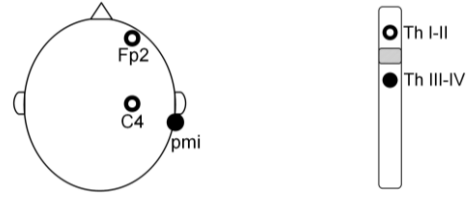
Anodul – Fp2 și C4. Anodul – nivelul ThX-XI.
 Catodul – pmi. Catodul – nivelul LI-II.
 Indicații: hiperchineze, tetrapareză spastică; logonevroză.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Stimularea asociată a cortexului frontal și motor influențează starea funcțională a nucleilor bazali, care participă în patogeneza dereglărilor motorii. Un rol important la bolnavii cu dereglări motorii centrale are stimularea tractului spinotalamic și *nucl. cervicalis lateralis*, care au proiecții multiple către talamus.

Stimularea concomitentă în proiecția cortexului frontal, motor și structurilor spinale influențează multilateral mecanismele implicate în patogeneza logonevrozei: tempoul și ritmul respirației, tonusul mușchilor articulari; starea funcțională a structurilor emoționale/antiemoționale cerebrale etc.

Varianta 21

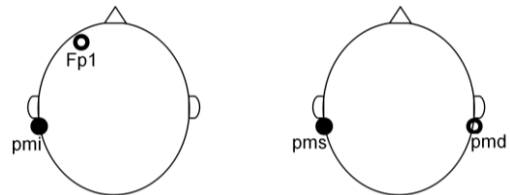


Anodul – Fp2 și C4. Anodul – nivelul ThI-II.
 Catodul – pmi. Catodul – nivelul ThIII-IV.
 Indicații: hiperchineze, boala ticurilor, dereglări motorii centrale cu sindrom pseudobulbar.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Stimularea asociată a cortexului frontal și motor influențează starea funcțională a nucleilor bazali, care participă în patogeneza dereglărilor motorii.

Varianta 22



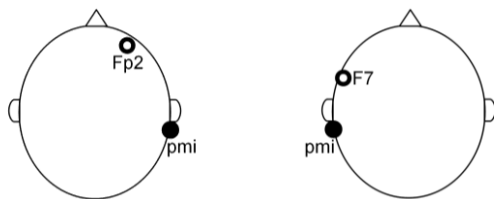
(A) Anodul – Fp1. (B) Anodul – pmd.
 Catodul – pmi. Catodul – pms.

Indicații: paralizie cerebrală infantilă (la copii dreaptați), hiperchineze; dereglări ale vederii de origine centrală.

Notă: se stimulează consecutiv – varianta (A) și (B) cu raportul de timp 50:50%; curentul electric în variantele (A) și (B) este de intensitate egală.

Cele mai evidente rezultate terapeutice se obțin nu la stimularea directă a zonelor vizuale primare (câmpurile 17 și 18), dar la stimularea zonelor asociative (în primul rând frontale și parietale) și a fibrelor asociative, care realizează conexiunea dintre diferite zone ale cortexului (lobul frontal se leagă cu lobul temporal și occipital prin intermediul *fasciculus longitudinalis superiores*; lobi temporali și occipitali se leagă prin *fasciculus longitudinalis inferioris* etc.).

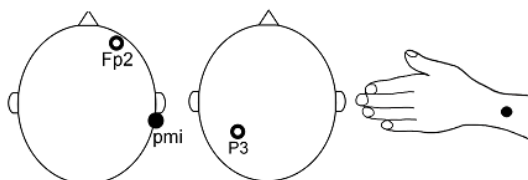
Eficacitatea TDCS depinde și de acțiunea modulatorie asupra structurilor subcortice și nucleilor sensori ai talamusului (proiecțiile cortico-talamice directe).

**Varianta 23**

(A) Anodul – Fp2. (B) Anodul – F7.
Catodul – pmi. Catodul – pmi.

Indicații: alalie sensomotorie, retard psihov verbal, disgrafie, acalculie; traume craniocerebrale, ictus cerebral (perioada reziduală).

Notă: în timpul unei proceduri se aplică stimularea consecutivă: raportul de timp (A):(B) este de 50:50% (uneori 40:60%), curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

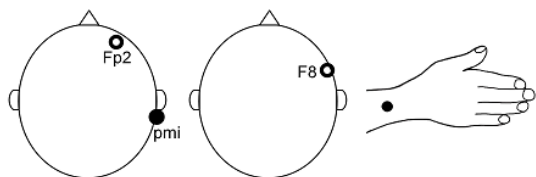
Varianta 24

(A) Anodul – Fp2. (B) Anodul – P3.
Catodul – pmi. Catodul – antebrațul stâng.

Indicații: alalie sensomotorie, retard psihov verbal, disgrafie, acalculie; traume craniocerebrale, ictus cerebral (perioada reziduală).

Notă: în timpul unei proceduri se aplică stimularea consecutivă: raportul de timp (A):(B) este de 50:50% (uneori 40:60%), curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

Leziuni ale lobului parietal, mai ales atunci când se asociază și cu leziuni ale lobului occipital provoacă tulburări majore în sistemul operațiilor de calcul, care au o strânsă legătură cu reprezentările și schemele spațiale. Dezorganizarea sintezelor spațiale duce la afectarea capacităților de calcul.

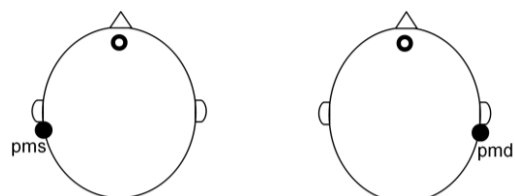
Varianta 25

(A) Anodul – Fp2. (B) Anodul – F8.
Catodul – pmi. Catodul – antebrațul drept.

Indicații: alalie sensomotorie, retard psihov verbal, disgrafie, acalculie; traume craniocerebrale, ictus cerebral (perioada reziduală).

rebrale, ictus cerebral (perioada reziduală).

Notă: în timpul unei proceduri se aplică stimularea consecutivă: raportul de timp (A):(B) este de 50:50% (uneori 40:60%), curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

Varianta 26

Anodul – 1 cm inferior de Fpz.

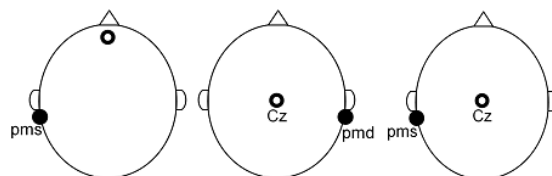
Catodul – pms (la stângaci și ambidextri)/pmd (la dreptaci).

Indicații: dereglări verbale; paralizie cerebrală infantilă; dereglări ale vederii (afectarea nervului optic), dereglări ale auzului de origine centrală; nevroze, sindrom asteno-depresiv, agresivitate; cefalee (migrenă, cefalee tensională); distonie vegetativă; boala Parkinson.

Notă: polarizarea direcționată a cortexului frontal influențează activitatea nucleului caudat, ceea ce poate conduce la inhibarea reacțiilor motor-agresive.

Această variantă de micropolarizare este eficientă la copii cu oligofrenie – funcțiile verbale se ameliorează în aproximativ 50% cazuri, iar funcțiile psihice superioare până la 60% [12].

Aplicarea acestei variante provoacă uneori dereglări vegetative tranzitorii (aproximativ în 7% cazuri) – diminuarea apetitului, sialoree, hiperhidroză, dureri abdominale slab pronunțate sau reacții psihoemoționale negative (aproximativ în 12% cazuri) [12].

Varianta 27

(A) Anodul – 1 cm mai jos de Fpz.

(B) Anodul – Cz. (C) Anodul – Cz.

Catodul – pms. Catodul – pmd. Catodul – pms.

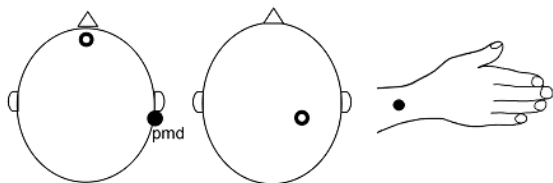
Indicații: paralizie cerebrală infantilă (hipertonus muscular); traume craniocerebrale, ictus cerebral.

Notă: în procesul procedurii se realizează



stimularea consecutivă (A, B, C): raportul de timp este de 40:30:30%; curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

Varianta 28



(A) Anodul – 1 cm mai jos de Fpz.

(B) Anodul – regiunea între C4 și P4.

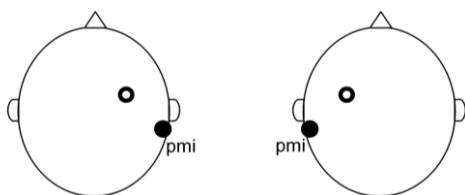
Catodul – pmd. Catodul – antebrațul drept.

Indicații: agnozia vizuală; disgrafia.

Notă: în procesul procedurii se realizează stimularea consecutivă (A, B): raportul de timp este de 50:50%; curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

În agnozia vizuală apercceptivă abilitatea de a recunoaște, copia, împerechea, combina formele simple și mai complexe ale obiectelor este sever afectată. Pacienții sunt incapabili a recunoaște obiectele, literele, numerele. Leziunea neurologică din agnozia apercceptivă tinde a fi difuză și răspândită (implicarea regiunilor posterioare ale emisferelor cerebrale – regiunile bilaterale occipitale sau temporale posterioare). Agnozia vizuală asociativă se referă la tulburarea recunoașterii unui obiect nu datorită unui deficit perceptual și nici unei dereglări a limbajului sau afectării intelectului. Lezarea cerebrală din agnozia vizuală asociativă este mai localizată decât în cea apercceptivă.

Varianta 29

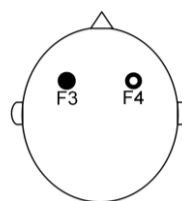


Anodul – regiunea localizată între F4-C4 și F3-C3. Catodul – 2 cm mai sus de pmi.

Indicații: pareza nervului abducens.

Notă: se stimulează emisfera contralaterală față de nervul afectat; dimensiunile electrozilor sunt mai mici (până la 2 cm²), intensitatea curentului se mărește până la 100 mcA, timpul de stimulare – 40 minute, intervalele dintre proceduri constituie până la 7 zile.

Varianta 30



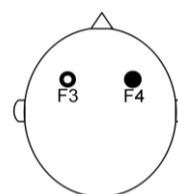
Anodul – F4. Catodul – F3.

Indicații: boala Parkinson (predominarea rigidității).

Notă: intensitatea curentului 100 mcA, durata stimulării 40 minute.

Varianta aceasta de tratament poate fi aplicată mai mulți ani (anual câte 2-3 cure) cu posibilitatea de a reduce volumul farmacoterapiei (L-dopa), însă eficiența curelor repetate cu timpul diminuează. Se presupune că TDCS la bolnavii cu boala Parkinson poate influența starea funcțională a ganglionilor bazali și formației reticulate. Un rol important joacă și modificarea stării psihoemoționale în procesul aplicării TDCS. Eficiența TDCS la bolnavii cu boala Parkinson sporește în cazurile de individualizare a selecției zonelor cerebrale prin aplicarea EEG-tomografiei funcționale [12].

Varianta 31

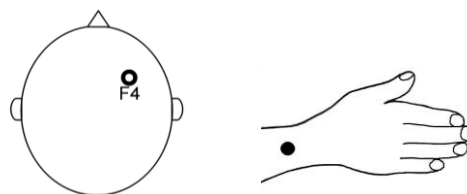


Anodul – F3. Catodul – F4.

Indicații: anorexie.

Notă: localizarea electrozilor este în funcție de hiperactivitatea regiunii frontale a emisferei cerebrale drepte la bolnavii cu anorexie [4].

Varianta 32



Anodul – F4. Catodul – regiunea antebrațului (ipsilateral).

Indicații: retard psihic; cefalee.

Notă: intensitatea curentului 40-90 mcA la bolnavii cu cefalee și 100 mcA la bolnavii cu

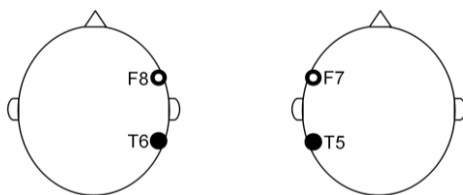


retard psihic.

Unul din mecanismele antialgice este influența pozitivă a TDCS asupra stării psihoemoționale și psihovegetative.

Emisfera cerebrală dreaptă are conexiuni funcționale mai dezvoltate cu structurile limbico-diencefalice. La bolnavii cu cefalee lateralizată pe dreapta, de regulă, sindromul algic este mai pronunțat și se asociază cu multiple semne de disfuncție vegetativă (tahicardie, poliurie, hiperhidroză etc.) comparativ cu localizarea cefaleelor din stânga.

Varianta 33



Anodul – F8. *Anodul* – F7.
Catodul – T6. *Catodul* – T5.

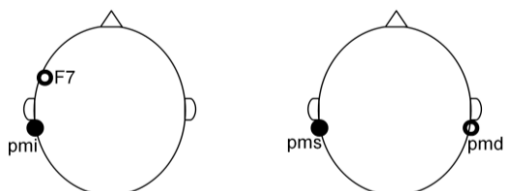
Indicații: retard psihoverbal, schizofrenie, halucinații auditiv-verbale; dereglarea funcțiilor auditive de origine centrală.

Notă: la copii cu retard psihoverbal electrozii se plasează pe emisfera dreaptă (această variantă de stimulare se aplică de obicei la ultimele 3-4 proceduri ale curei de tratament).

La bolnavii cu schizofrenie și halucinații auditiv-verbale se recomandă stimularea consecutivă a emisferei drepte și stângi (intensitatea curentului 0,5-10 mcA, durata procedurii 20-40 minute).

Verificarea cu aplicarea RMN a evidențiat corespunderea zonelor stimulate cu anumite arii Brodmann: F7 – 45; F8 – 46; T5 – 37; T6 – 19, 37, 39.

Varianta 34



(A) *Anodul* – F7. (B) *Anodul* – pmd.
Catodul – pmi. *Catodul* – pms.

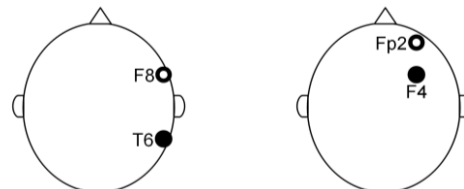
Indicații: hiperchineze, paralizie cerebrală infantilă; retard psihic; traume craniocerebrale, ictus cerebral.

Notă: în procesul procedurii se realizează

stimularea consecutivă (A, B), respectând raportul de timp 50:50%.

La copii cu hiperchineze (paralizie cerebrală infantilă) cura de tratament constă din 5-9 proceduri; după obținerea platoului în ameliorarea funcțiilor motorii se realizează suplimentar 1-3 ședințe.

Varianta 35

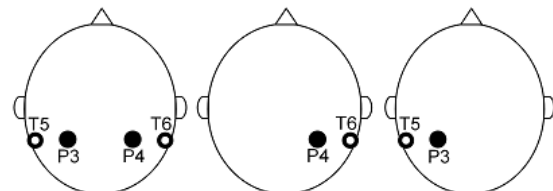


(A) *Anodul* – F8. (B) *Anodul* – Fp2.
Catodul – T6. *Catodul* – F4.

Indicații: schizofrenie (ameliorarea stării generale psihoemoționale).

Notă: primele 2-3 proceduri se realizează prin stimularea proiecțiilor temporale (F8-T6), apoi cu intervale de 1-3 zile se stimulează proiecțiile frontale (Fp2-F4); este posibilă alternarea ambelor variante în timpul unei proceduri respectând raportul de timp 50:50%.

Varianta 36



Anodul – T5/T6. *Anodul* – T6. *Anodul* – T5.
Catodul – P3/P4. *Catodul* – P4. *Catodul* – P3.

Indicații: sindrom convulsiv, epilepsie; dereglări vegetative paroxismale.

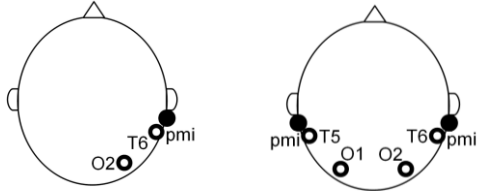
Notă: în cazurile când în tabloul EEG sunt prezente semne paroxismale epileptiforme generalizate, electrozii se plasează pe ambele emisfere; în cazurile de focare paroxismale unilaterale se stimulează emisfera contralaterală.

S-a demonstrat că polarizarea amigdalei este eficientă în diminuarea activității convulsive în diferite structuri cerebrale. Pentru a implica amigdala se stimulează cortexul temporal, care are legături directe corticofugale cu amigdala. Cele mai pronunțate efecte antiparoxismale se obțin la stimularea concomitentă a zonelor temporale și parietale. Polarizarea direcționată a zonei temporale posterioare inhibă activitatea



epileptiformă, iar polarizarea zonei temporale anterioare poate activa activitatea paroxismală.

Varianta 37



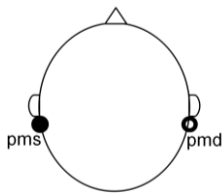
Anodul – T6 și O2. Anodul – T5/T6 și O1/O2. Catodul – pmi. Catodul – pmi.

Indicații: ambliopie.

Notă: în dependență de lateralizarea dereglărilor se stimulează o emisferă sau ambele emisfere.

Stimularea zonelor O1 și O2 (ariile Brodmann 17 și 18) și zonei T6 (aria Brodmann 19) influențează căile geniculocorticale implicate în transmiterea impulsurilor vizuale [12].

Varianta 38



Anodul – pmd. Catodul – pms.

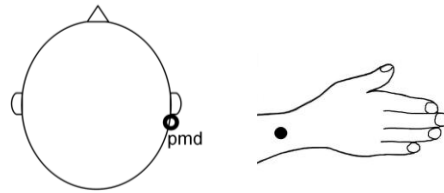
Indicații: paralizie cerebrală infantilă; retard psihoverbal; dereglări ale vederii de origine centrală, afectarea nervului optic; boala Parkinson (predominarea tremurului).

Notă: în dereglările funcțiilor vizuale electrozii se pot plasa la 2 cm mai sus de procesul mastoid drept.

Această variantă de micropolarizare este eficientă în paralizia cerebrală infantilă, îndeosebi se ameliorează funcțiile de coordonare a mișcărilor (până la 42% cazuri), funcțiile verbale (30-50% cazuri) și diminuează tonusul patologic muscular în membrele inferioare (până la 50% cazuri) [12].

În unele cazuri aplicarea acestei variante poate provoca sialoree (în special la copii în vârstă de 3-4 ani), care apare de obicei la plasarea electrozilor în partea inferioară a proceselor mastoide (stimularea glandelor salivare).

Varianta 39

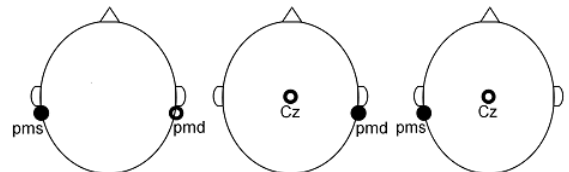


Anodul – pmd. Catodul – regiunea antebrațului (ipsilateral).

Indicații: retard psihic, oligofrenie la copii; semne clinice ale sindromului pseudofrontal apărute în urma micropolarizării directe a lobilor frontali (logoree, euforie, agresivitate etc.).

Notă: aplicarea acestei variante permite activarea lobului frontal drept ca rezultat al stimulării căilor asociative (activarea transsinaptică a lobilor frontali). În cazul acesta activarea lobilor frontali este mai moderată, apare treptat (comparativ cu stimularea directă a lobilor frontali), ceea ce permite o individualizare mai precisă a tratamentului.

Varianta 40



(A) Anodul – pmd. (B) Anodul – Cz. (C) Anodul – Cz.

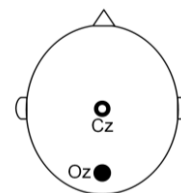
Catodul – pms. Catodul – pmd. Catodul – pms.

Indicații: paralizie cerebrală infantilă; ictus cerebral (în special la bolnavii cu hipertonus muscular).

Notă: în timpul procedurii se aplică stimularea consecutivă (A,B,C) respectând raportul de timp 40:30:30%; curentul electric în varianta (A) și (B) este de intensitate egală.

În procesul primelor 2-3 ședințe se aplică, conform indicațiilor, una din variantele 1-6 pentru a ameliora procesele neurodinamice cerebrale și a optimiza tratamentul ulterior.

Varianta 41



Anodul – Cz. Catodul – Oz.

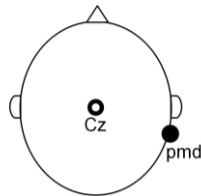


Indicații: dereglări ale funcțiilor vizuale (ictus cerebral, traume craniocerebrale etc.), agnozie vizuală.

Notă: se aplică electrozi de dimensiuni egale (aproximativ 7,5 cm²), intensitatea curentului 60 mcA, expoziția 40 de minute.

În agnozie este serios compromisă activitatea integrativă nu a zonelor de proiecție primară, ci a celor asociative. În procesul tratamentului este necesară individualizarea selecției zonelor cerebrale pentru stimulare – de multe ori, agnoziile sunt însoțite de modificări ale personalității, ale gândirii, atenției sau tulburări emoționale. Există o reprezentare topografică (punct cu punct) a retinei pe suprafața medială a lobilor occipitali ("retina corticală").

Varianta 42



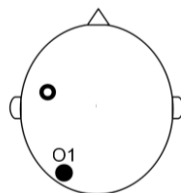
Anodul – Cz.

Catodul – 2 cm posterior de pmd.

Indicații: cefalee (în cazurile când alte variante ale polarizării direcționate nu sunt eficiente).

Notă: intensitatea curentului este de aproximativ 70 mcA, durata stimulării – până la 45 de minute.

Varianta 43



Anodul – regiunea localizată între F7-C3.

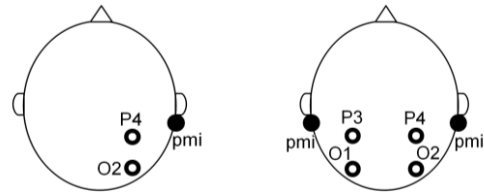
Catodul – O1.

Indicații: retard psihoverbal la copiii cu vârsta de 5-7 ani.

Notă: se stimulează proiecția zonei Broca.

Cercetările recente cu aplicarea metodelor imaginerii cerebrale (PET, fMRI etc.) atestă faptul că zonele Broca (ariile 44,45) reprezintă la majoritatea subiecților o întindere mai mare decât zonele simetrice din emisfera dreaptă, iar diferența dintre ele crește de la copil la adult.

Varianta 44



Anodul – P4 și O2. **Anodul** – P3/P4 și O1/O2. **Catodul** – pmi. **Catodul** – pmi.

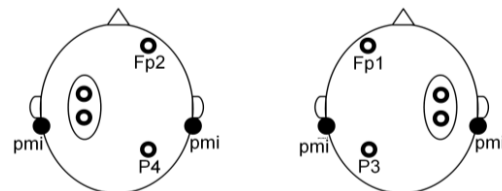
Indicații: dereglări ale funcțiilor vizuale de origine centrală.

Notă: în dependență de lateralizarea dereglărilor, stimularea se realizează uni- sau biemisferial.

S-a demonstrat modificarea activității neuronilor implicați în transmiterea impulsurilor vizuale în procesul stimulării zonelor cerebrale vizuale (câmpurile 17, 18, 19) și zonelor asociative parietale.

Lobul occipital asociativ este legat de lobul limbic prin cingulum, de lobul temporal prin fasciculul longitudinal inferior și de lobul frontal prin fasciculul longitudinal superior și prin fasciculul occipito-frontal. Fibrele interemisferice de asociere leagă zonele corticale omoloage din cei doi lobi occipitali prin corpul calos.

Varianta 45



În proiecția emisferei lezate:

anodul – proiecția focarului cerebral;

catodul – pmi.

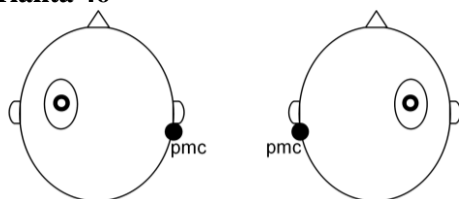
În proiecția emisferei neafectate:

anodul – Fp1/Fp2 și P3/P4;

catodul – pmi.

Indicații: traume craniocerebrale, ictus cerebral.

Notă: în cazurile de focar cerebral de dimensiuni mai mari se aplică doi anodi în proiecția emisferei lezate.

**Varianta 46**

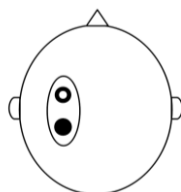
Anodul – proiecția focarului cerebral.

Catodul – pmc.

Indicații: traume craniocerebrale, ictus cerebral.

Notă: în cazurile de focar cerebral de dimensiuni mai mari se aplică doi anodi în proiecția emisferei lezate.

Sub acțiunea TDCS în zona perilizională apare o reacție glială astrocitară, care apoi se asociază cu modificări morfo-funcționale ale neuronilor și aparatului sinaptic.

Varianta 47

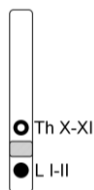
Anodul – proiecția focarului cerebral.

Catodul – proiecția focarului cerebral.

Indicații: traume craniocerebrale, ictus cerebral.

Notă: se aplică electrozi de dimensiuni 20x25 mm; polarizarea direcționată se poate începe din prima zi a maladiei.

La bolnavii cu hemipareză spastică (de exemplu, pe stânga) micropolarizarea în proiecția focarului cerebral (emisfera dreaptă) conduce la ameliorarea vădită a proceselor neurodinamice cerebrale (până la 75% cazuri), a funcțiilor verbale (până la 50% cazuri) și funcțiilor de coordonare a mișcărilor (50% cazuri) [12].

Varianta 48

Anodul – nivelul ThX-XI.

Catodul – nivelul LI-II.

Indicații: dereglări motorii de origine cent-

rală (afectarea membrelor inferioare), diplegie spastică.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Polarizarea la nivelul lombar influențează activitatea motoneuronilor spinali, tractului spinotalamic, care are proiecții directe spre talamus și conexiuni indirecte cu formația reticulată. Talamusul are conexiuni strânse cu structurile cerebrale piramidale și extrapiramidale. O importanță mare are și implicarea tracturilor spinocerebelare și propriospinale.

Varianta 49

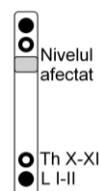
Anodul – nivelul Th III-IV.

Catodul – nivelul Th I-II.

Indicații: sindrom cerebelar.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

La bolnavii cu sindrom cerebelar polarizarea în această variantă stimulează tractul spinocerebelar rostral și tractul spinoreticular.

Varianta 50

Anodul – nivelul ThX-XI.

Catodul – nivelul LI-II.

Anodul – mai sus de nivelul afectării spinale, caudal de catod.

Catodul – mai sus de nivelul afectării spinale, rostral de anod.

Indicații: traume spinale cu pareze spastice.

Notă: electrozii se plasează între procesele spinale vertebrale la o distanță de 2-4 cm între anod și catod.

Plasarea anodului rostral de catod la nivelul ThX-XI provoacă în procesul stimulării diminuarea nivelului de excitabilitate patologică; plasarea catodului rostral de anod mai sus de



nivelul afectării spinale în timpul stimulării provoacă intensificarea impulsurilor descendente prin zona afectată.

Varianta 51



Anodul – nivelul LI-II.

Catodul – nivelul ThX-XI.

Anodul – mai sus de nivelul afectării spinale, caudal de catod.

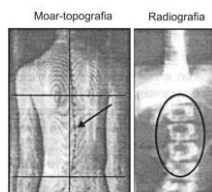
Catodul – mai sus de nivelul afectării spinale, rostral de anod.

Indicații: traume spinale cu pareze de tip flasc.

Notă: electrozii se plasează între procesele vertebrale la o distanță de 2-4 cm. între ele.

Plasarea catodului rostral de anod la nivelul ThX-XI activează motoneuronii funcțional deconectați și sporește nivelul de excitabilitate; plasarea catodului rostral de anod mai sus de nivelul afectării intensifică impulsurile descendente prin zona afectată.

Varianta 52



Anodul – nivelul deformării scoliotice a coloanei vertebrale, rostral de catod.

Catodul – nivelul deformării scoliotice a coloanei vertebrale, caudal de anod.

Indicații: scolioză la copii.

Notă: eficiența TvDCS este de 80% în scolioza de gradul I [12].

Conform informației expuse mai sus, pot fi sistematizate variantele micropolarizării transcraniene și transvertebrale și indicațiile terapeutice în psihoneurologie:

| <i>Indicații terapeutice</i> | <i>Variante de micropolarizare</i> |
|------------------------------|------------------------------------|
| acalculia | 23, 24, 25 |
| afazia motorie | 7 |
| afazia sensorie | 8 |
| agnozia vizuală | 28, 41 |

| <i>Indicații terapeutice</i> | <i>Variante de micropolarizare</i> |
|---|--|
| agresivitate | 1, 2, 26 |
| alalie sensomotorie | 9, 23, 24, 25 |
| ambliopie | 37 |
| ameliorarea proceselor interemisferiale | 4, 5 |
| anorexie | 31 |
| astereognozie | 18 |
| atetoză | 11 |
| atrofia (hipoplazia) nervului optic | 2, 26 |
| boala Parkinson | 2, 6, 26, 30, 38 |
| boala ticurilor | 4, 5, 6, 11, 21 |
| cefaleea | 2, 4, 26, 32, 42 |
| cefaleea tensională | 2, 26 |
| deficit al atenției și hiperactivitate | 2, 4 |
| depresie, sindrom asteno-depresiv | 2, 4, 6, 26 |
| dereglarea ciclului somn-veghe | 6 |
| dereglarea vederii (origine centrală) | 22, 38, 41, 44 |
| dereglări motorii centrale | 2, 6, 10, 18, 48 |
| dereglări psihomotorii | 4, 5 |
| dereglări vegetative paroxismale | 36 |
| afectarea unilaterală a auzului | 14, 15 |
| afectarea centrală bilaterală a auzului | 13, 16, 26, 33 |
| diminuarea memoriei | 11, 12 |
| diminuarea auzului | 2 |
| diplegia spastică | 48 |
| disgrafie | 23, 24, 25, 28 |
| distonie vegetativă | 3, 4, 26 |
| dizartrie | 2 |
| encoprez psihogen | 2 |
| enurezis psihogen | 2 |
| epilepsie, sindrom convulsiv | 6, 36 |
| fobii | 1, 2 |
| halucinații auditiv-verbale | 33 |
| hemipareză spastică | 4, 10 |
| hiperchineze | 6, 11, 20, 21, 22, 34 |
| ictus cerebral | 23, 24, 25, 27, 34, 40, 41, 45, 46, 47 |
| logoneuroză | 6, 20 |
| migrenă | 26 |
| neuroze | 1, 2, 4, 6, 20, 26 |
| nistagm | 1, 17 |



ELABORĂRI METODICE

| <i>Indicații terapeutice</i> | <i>Variante de micro-polarizare</i> |
|---|--|
| oligofrenia la copii | 3, 4, 5, 12, 39 |
| paralizie infantilă cerebrală | 2, 4, 22, 26, 27, 34, 38, 40 |
| pareză a nervului abducens | 29 |
| retard psihic | 1, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 16, 32, 34, 39 |
| retard verbal (psihoverbal) | 16, 23, 24, 25, 26, 33, 38, 43 |
| schizofrenie | 33, 35 |
| scolioză la copii | 52 |
| sindrom cerebelar | 49 |
| sindrom climacteric | 4 |
| sporirea activității cerebrale ne-specifice | 3, 6 |
| strabism | 17 |
| tetrapareză spastică | 18, 19, 20, 21 |
| traume craniocerebrale | 10, 23, 24, 25, 27, 34, 41, 45, 46, 47 |
| traume spinale cu pareze | 50, 51 |
| tulburări vestibulare | 18 |
| tulburări ale schemei corporale | 18 |

Bibliografie

1. Elmer S., Burkard M., Renz B., Meyer M., Janke L. Direct current induced short-term modulation of the left dorsolateral prefrontal cortex while learning auditory presented nouns. In: *Behav. Brain Funct.*, 2009, vol. 5, p. 29-35.
2. Ferrucci R., Bortolomas M., Vergari M., Tadini L., Salvoro B. Transcranial direct current stimulation in severe, drug-resistant major depression. In: *J. Affect. Disord.*, 2009, vol. 118(1-3), p. 215-219.
3. Ferrucci R., Mameli F., Guidi I., Mrakic-Spota S., Vergari M. Transcranial direct current stimulation improves recognition memory in Alzheimer disease. In: *Neurology*, 2008, vol. 71(7), p. 493-498.
4. Hecht D. Transcranial direct current stimulation in the treatment of anorexia. In: *Med. Hypotheses*, 2010 Jan. 20 [Epub ahead of print].
5. Jo J., Kim Y., Ko M., Ohn S., Joen B., Lee K. Enhancing the working memory of stroke patients using tDCS. In: *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 2009, vol. 88(5), p. 404-409.
6. Monti A., Cogiamanian F., Marceglia S., Ferruci R., Mameli F. Improved naming after transcranial direct current stimulation in aphasia. In: *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 2008, vol. 79(4), p. 451-453.
7. Schlaug G., Renga V., Nair D. Transcranial direct current stimulation in stroke recovery. In: *Arch. Neurol.*, 2008, vol. 65(12), p. 1571-1576.
8. Tanaka S., Takeda K., Otaka Y., Kita K., Osu R., Honda M., Sadato N., Hanakawa T., Watanabe K. Single session of transcranial direct current stimulation transiently increases knee extensor force in patients with hemiparetic stroke. In: *Neurorehabil. Neural. Repair.*, 2011 Mar 24. [Epub ahead of print].
9. Tanaka S., Hanakawa T., Honda M., Watanabe K. Enhancement of pinch force in the lower leg by anodal transcranial direct current stimulation. In: *Exp. Brain Res.*, 2009, vol. 196, p. 459-465.
10. Vanneste S., Focquaert F., Van de Heyning P., De Ridder D. Different resting state brain activity and functional connectivity in patients who respond and not respond to bifrontal tDCS for tinnitus suppression. In: *Exp Brain Res.*, 2011 Mar 25. [Epub ahead of print].
11. Vanneste S., Plazier M., Ost J., Van der Loo E., Van de Heyning P., De Ridder D. Bilateral dorsolateral prefrontal cortex modulation for tinnitus by transcranial direct current stimulation: a preliminary clinical study. In: *Exp. Brain Res.*, 2010 Feb. 26 [Epub ahead of print].
12. Пинчук Д. Транскраниальные микрополяризации головного мозга: клиника, физиология. СПб., 2007. 495 с.
13. Шелякин А.М. Микрополяризация мозга (эффективность, физиологический анализ). Автореф. дисс. ... док. биол. наук. СПб., 2003. 32 с.
14. Шелякин А.М. Микрополяризация. В: Физиотерапия. Национальное руководство. М., 2009, с. 97-99.

Recepționat la 18.09.2013