

Musiqqa terapiyasida stressni pasaytiruvchi neyrofiziologik omillarni nazariy asoslarini ilmiy tahlil etish yoʻnalishi masalalari

Baxriniso Baxromjon qizi Salimova
Navoiy davlat pedagogika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada musiqqa terapiyasida stressni pasaytiruvchi neyrofiziologik omillarning nazariy asoslari va zamonaviy tadqiqot yoʻnalishlari chuqur tahlil qilingan. Tadqiqot musiqqa qayta ishlashning neyron tarmoqlari, stress-responsiv miya strukturalari va ularning oʻzaro taʼsirini, shuningdek neyrokimyoviy modulyatsiya mexanizmlarini oʻz ichiga oladi. Tadqiqot zamonaviy neyrovizualizatsiya usullari orqali olingan dalillar asosida musiqqa-induktsiyalangan neyroplastitlik, neyromodulyatsiya va neyroregulyatsiya jarayonlarini tahlil etadi. Maqolada musiqqa parametrlarining neyrofiziologik reaksiyalarga taʼsiri, individual neyrofiziologik farqlar va ularning stress kamayishidagi roli muhokama qilingan.

Kalit soʻzlar: neyrofiziologiya, miya tarmoqlari, neurotransmitter modulyatsiya, avtonomik regulyatsiya, HPA oʻqi, neyroplastitlik, neyrovizualizatsiya, biomarkerlar, miya toʻlqinlari, vagal ton

Issues of the direction of scientific analysis of the theoretical foundations of stress-reducing neurophysiological factors in music therapy

Bahriniso Bahromjon kizi Salimova
Navoi State Pedagogical University

Abstract: This article provides an in-depth analysis of the theoretical foundations and modern research directions of stress-reducing neurophysiological factors in music therapy. The study covers neural networks of music processing, stress-responsive brain structures and their interaction, as well as mechanisms of neurochemical modulation. The study analyzes the processes of music-induced neuroplasticity, neuromodulation, and neuroregulation based on evidence obtained through modern neurovisualization methods. The article discusses the effects of music parameters on neurophysiological responses, individual neurophysiological differences, and their role in stress reduction.

Keywords: neurophysiology, brain networks, neurotransmitter modulation, autonomic regulation, HPA axis, neuroplasticity, neuroimaging, biomarkers, brain waves, vagal tone

Kirish. Neyrofiziologiya - nervlar tizimi faoliyatining fizikaviy va kimyoviy mexanizmlarini o'rganuvchi fan - musiqa terapiyasining stress kamayishidagi ta'sirini tushunishda fundamental ahamiyatga ega. XX asrning oxiri va XXI asrning boshida neyrovizualizatsiya texnologiyalarining rivojlanishi musiqa qayta ishlash va stress reaksiyalarining miya asoslarini bevosita kuzatish imkonini yaratdi. Ushbu texnologik yutuqlar musiqa terapiyasini empirik amaliyotdan qat'iy ilmiy asoslarga ega fanra aylantirdi.

Musiqa qayta ishlash va stress reaksiyasi murakkab, ko'p darajali neyrofiziologik jarayonlar bo'lib, bir necha miya strukturalari va tizimlarini jalb qiladi. Auditiv korteks va unga bog'liq sohalar musiqa ma'lumotlarini qayta ishlaydi, limbik tizim emotsional ahamiyatni baholaydi, prefrontal korteks yuqori darajali kognitiv funktsiyalarni ta'minlaydi, va miya poyasi hamda avtonomik nerv tizimi fiziologik reaksiyalarni tartibga soladi. Stress reaksiyasining modulyatsiyasi ushbu barcha darajalarni o'z ichiga oladi.

Neyrofiziologik omillar - bu stress kamayishining fizikal substratlari va mexanizmlaridir. Ular neyron tarmoqlar dinamikasi, neurotransmitter va gormon almashinuvi, elektrofiziologik faollik naqshlari, qon oqimi o'zgarishlari va sinaptik plastitlikni o'z ichiga oladi. Musiqa terapiyasi bu omillarning har biriga ta'sir ko'rsatadi va stress-responsiv tizimlarni modulyatsiya qiladi.

Zamonaviy neyroilmda musiqa terapiyasini o'rganish bir necha yo'nalishlarni qamrab oladi: strukturaviy va funktsional neyrovizualizatsiya (miya anatomiyasi va faoliyati), neyrokimya (neurotransmitterlar, gormonlar), elektrofiziologiya (miya to'lqinlari, elektrik faollik), psixofiziologiya (avtonomik reaksiyalar), va molekulyar nevrologiya (genlar ifodalanishi, epigenetika). Har bir yo'nalish musiqa terapiyasining noyob jihatlarini ochib beradi.

Ushbu maqolaning maqsadi musiqa terapiyasida stressni pasaytiruvchi neyrofiziologik omillarning nazariy asoslarini ilmiy tahlil qilish, zamonaviy tadqiqot yo'nalishlarini ko'rib chiqish va kelajakdagi tadqiqotlar uchun istiqbolli masalalarni aniqlashdan iborat. Maqola miya strukturalari va tarmoqlari, neyrokimyoviy modulyatsiya, avtonomik tartibga solish, neyropplastitlik va zamonaviy neyrovizualizatsiya usullarini qamrab oladi.

ASOSIY QISM

1. Musiqa qayta ishlashning neyron tarmoqlari

Auditiv qayta ishlash yo'li:

Musiqqa akustik signallar sifatida ichki quloqda qayta ishlashni boshlaydi. Koklear hair hujayralar mexanik tebranishlarni neyron impulslariga aylantiradi. Bu signallar:

Birlamchi yo'l:

- Spiral gangliyon → Koklear yadrolar (miya poyasida)
- Oliy oliv kompleksi → Lateral lemniskus
- Inferior colliculus (orqa miya)
- Medial geniculate nucleus (thalamus)
- Birlamchi auditiv korteks (Heschl's gyrus, Brodmann 41-42, temporal lobe)

Ikkilamchi va uchlamchi qayta ishlash:

• Ikkilamchi auditiv korteks (Brodmann 22, Wernicke sohasi atrofi) - murakkab tovush naqshlarini qayta ishlash

- Planum temporale - pitch (balandlik) va temporal naqshlar
- Superior temporal gyrus (STG) - musiqa melodiya va ritm

Parallel qayta ishlash tizimlari:

Rauschecker va Scott (2009) "what" va "where" qayta ishlash yo'llarini tasvirladilar:

• *Ventral yo'l (what):* Musiqa identifikatsiya, melodiya, lad - anterior temporal lobe ga

• *Dorsal yo'l (where):* Fazoviy lokalizatsiya, sensorimotor integratsiya - posterior parietal korteks ga

Musiqa-spetsifik tarmoqlar:

Musiqa oddiy tovushlardan ko'ra kengroq tarmoqni faollashtiradi:

• Motor sohalar (premotor korteks, cerebellum, basal ganglia) - ritm va harakatga tayyorlik

- Frontal sohalar - musiqa strukturasi qayta ishlash, kutilish
- Parietal sohalar - fazoviy-temporal integratsiya

2. Limbik tizim va emotsional qayta ishlash

Amigdala:

Amigdala emotsional ahamiyatni baholashda markaziy rol o'ynaydi. Stress kontekstida:

- Tahdid stimullarini aniqlaydi
- Qo'rquv va tashvish reaksiyalarini faollashtiradi
- Gipotalamusga stress signallarini yuboradi

Musiqa ta'siri: Koelsch va boshqalar (2006) fMRI tadqiqotida:

- Yoqimli, tinch musiqa amigdala faolligini kamaytiradi
- Dissonant, qo'rqinchli musiqa amigdala faolligini oshiradi
- Tanish, ijobiy musiqa amigdala reaktivligini normallashtiradi

Blood va Zatorre (2001) "chills" (terimizda qaltirab ketish) paytida amigdala faollashuvini topdilar, bu emotsional intensivlikni ko'rsatadi.

Hippokamp:

Hippokamp xotira konsolidatsiyasi va kontekstual ma'lumotlarni qayta ishlashda muhim. Stress kontekstida:

- HPA o'qiga teskari aloqa (negative feedback) ta'sir ko'rsatadi
- Glukokortikoid retseptorlarga boy
- Xronik stress hippokamp hajmini kamaytiradi (neyrotoksiklik)

Musiq ta'siri:

- Musiq hippokampni himoya qilishi mumkin (neyrotrofik faktorlar orqali)
- Tanish musiq xotiralarni faollashtiradi (hippokamp-mediated)
- Musiq va tasavvur (BMGIM) hippokampni faollashtiradi

Nucleus Accumbens (NAc) va mukofot tizimi:

NAc ventral striatumning qismi, dopaminergik faollik markazidir. Stress kontekstida:

- Anhedoniya (zavq olmaslik) stress va depressiyada keng tarqalgan
- NAc hypoactivity anhedoniya bilan bog'liq

Musiq ta'siri: Salimpoor va boshqalar (2011, 2013) PET va fMRI tadqiqotlari:

- Sevimli musiq NAc da dopamin chiqarilishini 6-9% oshiradi
- Anticipatory phase (kutish): Dorsal striatum faollashuvi
- Consumption phase (boshdan kechirish): Ventral striatum (NAc) faollashuvi
- Bu mukofot tizimini qayta faollashtiradi va anhedoniyani kamaytiradi

Orbitofrontal Korteks (OFC):

OFC emotsional qiymatni baholash va mukofot kutilishida ishtirok etadi.

Musiq ta'siri:

- Yoqimli musiq OFC faolligini oshiradi
- OFC NAc bilan bog'liq - mukofot baholash tizimi
- OFC amigdala faolligini modulyatsiya qiladi

3. Prefrontal korteks va yuqori tartibga solish

Medial Prefrontal Korteks (mPFC):

mPFC emotsional tartibga solish, o'z-o'zini anglash, emotsional baholashda markaziy rol o'ynaydi. Stress kontekstida:

- Stress paytida mPFC gipoaktiv
- mPFC amigdalaga teskari aloqa (inhibitsiya) ta'sir ko'rsatadi
- mPFC disfunktsiyasi emotsional dizregulyatsiya ga olib keladi

Musiq ta'siri: Koelsch va boshqalar (2010) shuni topdilar:

- Yoqimli musiq mPFC faolligini oshiradi
- mPFC-amigdala funktsional bog'lanishi (functional connectivity) kuchayadi
- Bu "yuqoridan pastga" (top-down) emotsional tartibga solishni yaxshilaydi

Dorsolateral Prefrontal Korteks (dlPFC):

dlPFC ishchi xotira, diqqat, kognitiv nazorat uchun javobgar. Stress kontekstida:

- Stress dlPFC funksiyasini buzadi
- Kognitiv qobiliyatlar (qaror qabul qilish, rejalashtirish) pasayadi

Musiqqa ta'siri:

- Musiqqa bilan shug'ullanish (asbobda chalish, qo'shiq o'rganish) dlPFC ni faollashtiradi
- Bu kognitiv funksiyalarni qo'llab-quvvatlaydi va stress ta'sirini kompensatsiya qiladi

Anterior Cingulate Korteks (ACC):

ACC emotsional konfliktlarni qayta ishlash, xatolarni aniqlash, og'riq modulyatsiyasida ishtirok etadi.

Musiqqa ta'siri:

- Musiqqa ACC faolligini modulyatsiya qiladi
- ACC amigdala va mPFC bilan bog'liq
- Emotsional konfliktlarni hal qilishda yordam beradi

4. Neyrotransmitter va neyromodulyator tizimlar

Dopaminergik tizim:

Dopamin mezokortikolimbik (VTA → NAc → PFC) yo'lida muhim.

Musiqqa ta'siri (yuqorida tilga olingan):

- Sevimli musiqqa dopamin chiqarilishini oshiradi
- Bu mukofot hissi, motivatsiya, zavqni yaratadi
- Stress-induktsiyalangan angedoniyani kamaytiradi

Mexanizmlar: D2 retseptorlari NAc da - mukofot qayta ishlash D1 retseptorlari PFC da - kognitiv funksiyalar

Serotoninergik tizim:

Serotonin (5-HT) kayfiyat, tashvish, uyqu, ishtahani tartibga soladi. Past serotonin depressiya va tashvish bilan bog'liq.

Musiqqa ta'siri:

- To'g'ridan-to'g'ri in vivo o'lchov qiyin, ammo dolzarb dalillar:
- Musiqqa terapiyasidan keyin qon serotoninining oshishi (Evers va Suhr, 2000)
- Serotonin prekursori tryptophan darajasi ortishi
- 5-HT1A va 5-HT2A retseptorlari limbik va kortikal sohalarda modulyatsiya

Mexanizm: Raphe yadrolari (miya poyasida) serotonin ishlab chiqaradi va butun miyaga tarqatadi. Musiqqa raphe yadrolarini stimulyatsiya qilishi mumkin.

GABAergik tizim:

GABA - asosiy inhibitiv neyrotransmitter. Past GABA darajasi tashvish va qo'zg'alish bilan bog'liq.

Musiqqa ta'siri:

• Chanda va Levitin (2013) ko'rib chiqishida musiqa GABAergik transmissiyani kuchaytirishi mumkinligi taklif etilgan

- GABA frontal va temporal sohalarda
 - Tinch musiqa GABA faolligini oshiradi, bu neyron qo'zg'alishni kamaytiradi
- Noradrenalinergik tizim:

Noradrenalin (norepinefrin) qo'zg'alish (arousal), diqqat, stress reaksiyasida muhim. Haddan tashqari noradrenalin tashvish va qo'zg'alishni oshiradi.

Musiqa ta'siri:

- Tinch musiqa noradrenalin darajasini pasaytiradi
- Bu simpatik faollikni kamaytiradi
- Locus coeruleus (noradrenalin manbai) faolligini modulyatsiya qiladi

Endogen opioidlar (endorfinlar, enkefalinlar):

Endogen opioidlar tabiiy og'riq qoldiruvchi va zavq keltirib chiqaruvchi.

Musiqa ta'siri:

- Intensiv, emotsional musiqa beta-endorfin chiqarilishini stimulyatsiya qiladi
- Goldstein (1980): "Chills" hodisasi opioid antagonist nalokson bilan blokirovka

qilinadi

- Endorfinlar mu-opioid retseptorlari orqali og'riq va tashvishni kamaytiradi

Oksitotsin:

Oksitotsin ijtimoiy bog'lanish, ishonch, empiriya gormoni.

Musiqa ta'siri:

- Guruh musiqa faoliyati (xor, ensembl) oksitotsin darajasini oshiradi (Kreutz, 2014)

- Oksitotsin HPA o'qini inhibe qiladi, kortizol kamayadi
- Oksitotsin amigdala faolligini kamaytiradi
- Ijtimoiy qo'llab-quvvatlash hissini kuchaytiradi

5. HPA o'qi va neyroendokrin modulyatsiya

HPA o'qi strukturasi:

Gipotalamus (PVN - Paraventricular nucleus) → CRH (Corticotropin-Releasing Hormone) → Gipofiz (Anterior pituitary) → ACTH (Adrenocorticotropic Hormone) → Adrenal korteks → Kortizol

Stress paytida HPA o'qi:

- Stress stimuli → Amigdala va boshqa limbik strukturalar → PVN faollashuvi
- CRH chiqarilishi → ACTH → Kortizol
- Kortizol: Energiya mobilizatsiyasi, ammo uzoq muddatda zararli (hippokamp atrofiyasi, immunosupressiya)

Musiqa ta'sirining HPA o'qiga modulyatsiyasi:

Kortizol kamayishi: Ko'plab tadqiqotlar musiqa terapiyasi kortizol darajasini pasaytirganini ko'rsatdi:

- Khalfa va boshqalar (2003): 60 daqiqa tinch musiqa, kortizol 25% kamaydi
 - Nilsson (2008): Jarrohlik oldidan musiqa, kortizol ko'tarilishi sezilarli kamroq
 - Fancourt va boshqalar (2014): 1 soatlik baraban doirasi, kortizol 36% kamaydi
- Mexanizmlar:*

1. *Amigdala modulyatsiyasi*: Musiqa amigdala reaktivligini kamaytiradi → PVN ga kamroq stress signali

2. *mPFC kuchayishi*: mPFC PVN ga teskari aloqa, musiqa mPFC ni faollashtiradi

3. *Hippokamp himoyasi*: Hippokamp HPA o'qiga teskari aloqa, musiqa hippokampni qo'llab-quvvatlaydi

4. *Parasimpatik faollashuv*: Vagal ton oshishi HPA o'qini inhibe qiladi
CRH va ACTH:

Cortizoldan tashqari, ba'zi tadqiqotlar CRH va ACTH darajalarini ham o'lchadi. Musiqa bu darajalarni ham kamaytirishini ko'rsatdi, bu HPA o'qining butun zanjiriga ta'sirni tasdiqlaydi.

6. Avtonomik nerv tizimi va vagal modulyatsiya

Avtonomik muvozanat:

Avtonomik nerv tizimi (ANS):

- Simpatik tizim: "Kurash yoki qochish", faollashish
- Parasimpatik tizim: "Dam olish va tuzalish", tiklanish

Stress paytida simpatik dominant. Uzoq muddatli simpatik dominantlik salbiy (yurak kasalliklari, gipertoniya).

Vagal ton va Polyvagal nazariya:

Vagal nerv (10-kranial nerv) asosiy parasimpatik nerv. Stephen Porges (1995)
Polyvagal nazariyasi:

- Ventral vagal kompleks (VVC): Ijtimoiy faollik, xavfsizlik
 - Dorsal vagal kompleks (DVC): Immobilizatsiya, muzlab qolish
- Yuqori vagal ton sog'lom, moslashuvchan stress reaksiyasini ko'rsatadi.

Yurak urish variabelligi (HRV):

HRV - ketma-ket yurak urishlari orasidagi vaqt o'zgaruvchanligi. Yuqori HRV yuqori vagal ton va sog'lom avtonomik muvozanatni bildiradi.

Musiqa ta'siri HRV ga:

- Tinch, sekin musiqa HRV ni oshiradi (Bernardi va boshqalar, 2006)
 - Bu parasimpatik faollikni ko'rsatadi
 - Respiratory sinus arrhythmia (RSA) - nafas olish bilan bog'liq HRV - oshadi
- Yurak urishi, qon bosimi:

Musiqa ta'siri:

- Sekin musiqa yurak urish tezligini 10-15 BPM kamaytiradi
- Qon bosimi (sistolik va diastolik) 5-10 mmHg pasayadi
- Nafas olish tezligi sekinlashadi va chuqurlashadi

Galvanik teri reaksiyasi (GSR/EDA):

GSR teri elektr o'tkazuvchanligini o'lchaydi, bu ter bezlari faolligiga bog'liq (simpatik).

Musiq ta'siri:

- Relaksatsion musiqa GSR ni kamaytiradi
- Bu simpatik faollikning pasayishini ko'rsatadi

7. Elektrofiziologiya: miya to'liqlari va neyron sinxronizatsiya

EEG va miya to'liqlari:

EEG (elektroensefalografiya) miya elektrik faolligini yuzaki elektrodlar orqali o'lchaydi. Asosiy to'liq turlari:

- *Delta (0.5-4 Hz)*: Chuqur uyqu
- *Theta (4-8 Hz)*: Meditatsiya, chuqur relaksatsiya, REM uyqu
- *Alfa (8-13 Hz)*: Xotirjam hushyorlik, relaksatsiya, yopiq ko'zlar
- *Beta (13-30 Hz)*: Faol fikrlash, diqqat, tashvish
- *Gamma (30-100 Hz)*: Yuqori kognitiv funktsiyalar, ongli idrok

Stress va miya to'liqlari:

- Stress paytida beta to'liqlar ortadi (qo'zg'alish, tashvish)
- Alfa to'liqlar kamayadi (relaksatsiya yo'qligi)
- Xronik stressda frontal asimmetriya: O'ng frontal aktivlik > chap (depressiya bilan bog'liq)

Musiq ta'siri miya to'liqlariga:

Alfa oshishi:

- Tinch, meditatif musiqa alfa to'liqlarni oshiradi
- Bu relaksatsiya va ichki tinchlikni ko'rsatadi
- Chappell va Smith (1995): Baroka musiqa alfa quvvatini 15% oshirdi

Beta kamayishi:

- Relaksatsion musiqa beta to'liqlarni kamaytiradi
- Bu mental qo'zg'alish va tashvishning pasayishi

Theta oshishi:

- Chuqur meditatif musiqa (masalan, binaural beats, isochronic tones) theta to'liqlarni oshiradi

- Theta meditatsiya va chuqur relaksatsiya bilan bog'liq

Frontal asimmetriya normallasuvi:

- Musiq terapiyasi chap frontal faollikni oshiradi
- Bu depressiv belgilarning kamayishi bilan korrelyatsiya qiladi

Neyron sinxronizatsiya (Entrainment):

Entrainment - tashqi ritmik stimulusga miya to'liqlarining sinxronlashishi.

Binaural beats:

- Ikki quloqqa ozgina farqli chastotalar (masalan, chap 200 Hz, o'ng 210 Hz)

- Miya "eshitadi" farqni (10 Hz - alfa)

- Miya to'liqlari bu chastotaga sinxronlashadi

Padmanabhan va boshqalar (2005): Alfa-chastota binaural beats tashvishni 26% kamaytirdi.

Isochronic tones:

- Muntazam intervalda yoqiladigan va o'chiriladigan tovushlar

- Miya to'liqlarini belgilangan chastotaga yo'naltiradi

8. Neyroplastitlik: uzoq muddatli strukturaviy va funktsional o'zgarishlar

Strukturaviy plastitlik:

Uzoq muddatli musiqa mashg'ulotlari miya strukturasi o'zgartiradi.

Musiqachilarda:

- Auditiv korteks hajmi kattaroq (Schneider va boshqalar, 2002)

- Motor korteks (barmoq harakatlari uchun) kengaygan

- Korpus kallozum (yarim sharlarni bog'lovchi) qalinroq

- Cerebellum hajmi kattaroq

Musiqa terapiyasida: Garchi professional musiqachilardagidek katta bo'lmasa ham, muntazam musiqa terapiyasi ham neyroplastitlikka olib keladi.

Funktsional plastitlik:

Musiqa terapiyasi neyron tarmoqlarning funktsional bog'lanishini o'zgartiradi.

Default Mode Network (DMN):

- DMN ichki fikrlash, o'z-o'zini anglash bilan bog'liq

- Giperaktiv DMN ruminatsiya va depressiyaga olib keladi

- Musiqa meditatsiya DMN faolligini kamaytiradi

Salience Network (SN):

- SN muhim stimullarni aniqlaydi

- Stress va tashvishda SN haddan tashqari sezgir

- Musiqa SN ni kalibratsiya qiladi

Central Executive Network (CEN):

- CEN maqsadga yo'naltirilgan diqqat uchun javobgar

- Stress CEN ni zaiflashtiradi

- Musiqa bilan shug'ullanish CEN ni kuchaytiradi

Sinaptik plastitlik:

Long-term potentiation (LTP) va long-term depression (LTD) - sinapslarning kuchayishi yoki zaiflanishi. Musiqa tajriba sinaptik o'zgarishlarga olib keladi:

- Limbik-PFC bog'lanishi kuchayadi

- Amigdala-PFC inhibitiv sinapslar kuchayadi

- Bu uzoq muddatli stress bardoshligini oshiradi

Neyrotrofik faktorlar:

BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) - neyronlarning o'sishi va saqlanishini qo'llab-quvvatlovchi protein.

Musiq ta'siri:

- Musiqa mashg'ulotlari BDNF darajasini oshiradi
- BDNF hippokampda neyronogenezni (yangi neyronlarning paydo bo'lishi) stimulyatsiya qiladi

- Bu hippokampni stress-induktsiyalangan atrofiyadan himoya qiladi

9. Zamonaviy neyrovizualizatsiya va tadqiqot usullari

Funksional MRI (fMRI):

fMRI miya faolligini qon oqimi o'zgarishlari (BOLD signal - Blood Oxygen Level Dependent) orqali o'lchaydi.

Afzalliklari:

- Yuqori fazoviy rezolyutsiya (millimetrlar)
- Chuqur miya strukturalarini ko'rish

Cheklovlar:

- Past vaqt rezolyutsiyasi (sekundlar)
- Shovqinli, harakatsiz yotish kerak (ekologik validlik past)

Musiq tadqiqotlarida qo'llanilishi: Ko'plab yuqorida tilga olingan tadqiqotlar (Koelsch, Blood va Zatorre, Salimpoor) fMRI dan foydalangan.

Pozitron Emission Tomography (PET):

PET radioaktiv tracer orqali metabolik faollikni o'lchaydi. Dopamin tadqiqotlarida maxsus tracerlar (masalan, [¹¹C]raclopride) qo'llaniladi.

Musiq tadqiqotlarida: Salimpoor PET orqali dopamin chiqarilishini bevosita o'lchadi.

Elektroensefalografiya (EEG):

Yuqorida ko'rib chiqilgan. EEG ning afzalligi - yuqori vaqt rezolyutsiyasi (millisekundlar), real vaqt, arzon. Cheklovi - past fazoviy rezolyutsiya.

Magnetoensefalografiya (MEG):

MEG miya magnit maydonlarini o'lchaydi. EEGdan yaxshiroq fazoviy rezolyutsiya, ammo qimmatroq.

Near-Infrared Spectroscopy (NIRS):

NIRS yaqin infraqizil yorug'lik orqali korteks qon oqimini o'lchaydi. Afzalliklari: non-invaziv, portativ, tabiiy sharoitlarda qo'llash mumkin. Cheklovi: faqat korteks yuzasi, chuqur strukturalar emas.

Musiq tadqiqotlarida: NIRS real musiqa ijro etish paytida (masalan, kontsertda) prefrontal korteks faolligini o'lchash uchun ishlatilgan.

Multimodal yondashuv:

Zamonaviy tadqiqotlar bir necha usullarni birlashtiradi: masalan, fMRI + EEG bir vaqtda (fazoviy va vaqt rezolyutsiyasi).

10. Individual neyrofiziologik farqlar

Genetik omillar:

Genlar neyrotransmitter retseptorlari, transporterlari va fermentlarni kodlaydi. Polimorfizmlar individual farqlarni keltirib chiqaradi.

Misollar:

- *DRD2 (Dopamin D2 retseptor geni)*: Taq1A polimorfizmi mukofot sensitivligi va angedoniyaga moyillik bilan bog'liq
- *5-HTTLPR (Serotonin transporter geni)*: Qisqa allel tashvish va stress sensitivligi bilan bog'liq
- *COMT (Catechol-O-Methyltransferase)*: Dopamin metabolizmi, stress reaksiyasiga ta'sir

Musiq ta'siriga implikasiyalar: Genetik profil musiqa ta'siriga javob individual farqlarini tushuntirishi mumkin. Kelajakda genetikaga asoslangan personalizatsiya.

Bazal neyrofiziologik holat:

Shaxsning boshlang'ich neyrofiziologik holati musiqa ta'siriga ta'sir qiladi:

- Past bazal HRV: Musiqa HRV ni ko'proq oshiradi
- Yuqori bazal kortizol: Musiqa kortizolni ko'proq kamaytiradi
- Amigdala giperaktivligi: Musiqa amigdalani ko'proq normallashtiradi

Neyrofiziologik "tiplar":

Ba'zi klassifikatsiyalar:

- *EEG alpha asymmetry*: Chap-dominant (ijobiy emotsiyalarga moyil) vs o'ng-dominant (salbiy emotsiyalarga moyil)
 - *HRV tiplari*: Yuqori vs past vagal ton
 - *Stress reaktivligi*: Yuqori vs past HPA reaktivligi
- Musiqa intervensiyalarini bu tiplarga moslashtirish.

11. Translatsion neyroilm: laboratoriyadan klinikaga

Biomarkerlar identifikatsiyasi:

Klinik amaliyotda stress va musiqa ta'sirini baholash uchun ishonchli biomarkerlar zarur:

- *Salivary kortizol*: Non-invaziv, oson, HPA o'qi
- *HRV*: Portativ qurilmalar orqali, avtonomik balans
- *EEG alfa/beta nisbati*: Relaksatsiya vs qo'zg'alish
- *fNIRS prefrontal aktivatsiya*: Emotsional tartibga solish

Personalizatsiya qilingan intervensiyalar:

Neyrofiziologik profillash asosida individual musiqa "retseptlar":

- Genetik + bazal neyrofiziologiya → optimal musiqa parametrlari
- Real vaqt monitoring → adaptiv musiqa (biofeedback)

Neyrofeedback + musiqa:

Real vaqtda EEG yoki fNIRS ni monitoring qilib, shu asosida musiqa parametrlarini o'zgartirish. Mijoz o'z miya faolligini "ko'radi" (musiqa orqali) va boshqarishni o'rganadi.

Prediktiv modellar:

Mashinani o'rganish algoritmlar:

- Kirish: Genetik, neyrofiziologik, psixologik ma'lumotlar
- Chiqish: Qaysi musiqa intervensiya eng samarali?
- Bashorat aniqlik 70-80%

12. Klinik populyatsiyalarda maxsus neyrofiziologik masalalar

Depressiya:

Neyrofiziologik xususiyatlar:

- PFC hypoactivation (ayniqsa chap dlPFC)
- Amigdala hyperactivation
- Kamaygan HRV
- Past serotonin va dopamin
- Frontal alfa asimetriya (o'ng > chap)

Musiqa ta'siri:

- Chap frontal faollashuvni oshiradi
- Dopamin va serotonin darajalarini ko'taradi
- HRV ni yaxshilaydi

Tashvish buzilishlari:

Neyrofiziologik xususiyatlar:

- Amigdala giperaktivligi
- mPFC-amigdala bog'lanish zaiflanishi
- Yuqori simpatik faollik (past HRV)
- Beta to'lqinlar ko'pligi

Musiqa ta'siri:

- Amigdalani tinchlantiradi
- Parasimpatik faollikni oshiradi
- Beta kamayadi, alfa ortadi

PTSD:

Neyrofiziologik xususiyatlar:

- Amigdala va insula giperaktivligi
- Hippokamp va mPFC hajmi kamaygan
- HPA o'qi dizregulyatsiyasi
- Yuqori noradrenalin

Musiqa ta'siri:

• Trauma-informed yondashuv zarur (ba'zi musiqalar flashback keltirib chiqarishi mumkin)

- Xavfsiz, bashorat qilinadigan musiqa limbik tizimni tinchlantiradi
- Hippokampni qo'llab-quvvatlaydi (BDNF orqali)

XULOSA

Musiqa terapiyasida stressni pasaytiruvchi neyrofiziologik omillar murakkab, ko'p darajali va o'zaro bog'liq tizimlarni o'z ichiga oladi. Zamonaviy neyroilm tadqiqotlari bu omillarning har birini tobora aniqroq ochib bermoqda va musiqa terapiyasining ilmiy asoslarini mustahkamlaydi.

Neyron tarmoqlar darajasida, musiqa auditiv korteksdan boshlab keng tarmoqni - limbik tizim, prefrontal korteks, motor sohalar, parietal va temporal sohalar - faollashtiradi. Limbik tizim strukturalari, xususan amigdala, hippokamp, nucleus accumbens va orbitofrontal korteks, musiqa orqali modulyatsiya qilinadi. Amigdala reaktivligining kamayishi, NAc dopaminergik faollanishi va OFC emotsional qiymat baholash stress kamayishining asosiy mexanizmlaridir.

Prefrontal korteks, ayniqsa medial va dorsolateral qismlari, "yuqoridan pastga" emotsional va kognitiv tartibga solishni ta'minlaydi. Musiqa PFC faolligini oshiradi va PFC-amigdala funktsional bog'lanishni kuchaytiradi, bu esa stress-responsiv tizimlarni samarali tartibga solishni yaxshilaydi.

Neyrokimyoviy darajada, musiqa bir necha muhim neurotransmitter va neyromodulyator tizimlarini ta'sir qiladi. Dopamin mukofot va motivatsiya tizimini, serotonin kayfiyat va tashvishni, GABA inhibitiv nazoratni, noradrenalin qo'zg'alishni, endorfinlar og'riq va zavqni, va oksitotsin ijtimoiy bog'lanishni tartibga soladi. Musiqa bu tizimlarning har birini optimal holatga keltiradi.

HPA o'qi - stress reaksiyasining markaziy neyroendokrin tizimi - musiqa orqali sezilarli modulyatsiya qilinadi. Ko'plab tadqiqotlar kortizol darajasining 20-40% kamayishini ko'rsatadi. Bu amigdala pasayishi, mPFC kuchayishi, hippokamp himoyasi va parasimpatik faollashuv orqali amalga oshadi.

Avtonomik nerv tizimi muvozanati - simpatik va parasimpatik - musiqa ta'sirida tiklanadi. Vagal ton oshishi, HRV yaxshilanishi, yurak urishi va qon bosimi pasayishi parasimpatik "dam olish va tuzalish" rejimining faollashuvini ko'rsatadi. Bu uzoq muddatli salomatlik uchun muhim.

Elektrofiziologik darajada, musiqa miya to'lqinlari naqshlarini o'zgartiradi: alfa to'lqinlar (relaksatsiya) ortadi, beta (qo'zg'alish) kamayadi, theta (chuqur meditatsiya) kuchayadi. Neyron sinxronizatsiya mexanizmlari (entrainment, binaural beats) miya holatini maqsadli modulyatsiya qilish imkonini beradi.

Uzoq muddatli neyroplastitlik - strukturaviy va funktsional - muntazam musiqa amaliyoti natijasida yuzaga keladi. Miya hajmi o'zgarishlari, neyron tarmoqlar qayta tashkil topishi, sinaptik kuchayishi va neyrotrofik faktorlar oshishi stress bardoshligini uzoq muddatda oshiradi.

Zamonaviy neyrovizualizatsiya usullari - fMRI, PET, EEG, MEG, NIRS - musiqa ta'sirini turli darajalar va vaqt masshtablarida o'rganish imkonini beradi. Multimodal yondashuv to'liq va integrative tasvirni yaratadi.

Individual neyrofiziologik farqlar - genetik, bazal holat, neyrofiziologik "tiplar" - musiqa ta'siriga javobda muhim rol o'ynaydi. Personalizatsiya qilingan, neyrofiziologik profillashga asoslangan interventsional kelajak yo'nalishidir.

Translatsion neyroilm yondashuvi laboratoriya kashfiyotlarini klinik amaliyotga olib keladi: biomarkerlar identifikatsiyasi, real vaqt monitoring, neyrofeedback, prediktiv modellar. Bu musiqa terapiyasini yanada aniq, samarali va ilmiy asoslangan qiladi.

Klinik populyatsiyalarda - depressiya, tashvish, PTSD - maxsus neyrofiziologik xususiyatlar musiqa interventsionallarini moslashtirishni talab qiladi. Har bir buzilish o'zining neyrofiziologik "imzosi"ga ega va musiqa ushbu maxsus naqshlarni to'g'rilashga qaratilishi kerak.

O'zbekiston kontekstida, zamonaviy neyroilm usullarini milliy musiqa merosiga tatbiq etish noyob tadqiqot imkoniyatlarini ochadi. Maqom musiqasi, doston, ashula kabi an'anaviy janrlarning neyrofiziologik ta'sirini o'rganish ham fundamental ilmiy qiziqish, ham amaliy ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, musiqa terapiyasida stressni pasaytiruvchi neyrofiziologik omillar qat'iy ilmiy asoslarga ega, zamonaviy texnologiyalar orqali o'rganilmoqda va klinik amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Neyron tarmoqlar, neyrokimyo, neyroendokrin, avtonomik, elektrofiziologik va plastitlik mexanizmlarining kompleks o'zaro ta'siri musiqa terapiyasining kuchli stress kamayish effektini tushuntiradi. Kelajakda personalizatsiya, real vaqt modulyatsiya va translatsion yondashuvlar bu sohani yanada rivojlantirishga xizmat qiladi va millionlab odamlarning ruhiy va jismoniy salomatligini yaxshilash uchun ilmiy asoslangan vositalar yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Саидий, Саид Болта-Зода, Салимова, Бахринисо Бахромжон кизи. Вариационный подход к построению однородной музыки, размышление идеального подхода к её решению. Science and Education 3 (8), 138-144
2. Саид Болтазода, Саидий. Эффект образования музыки к системы общеобразовательной школы. Science and Education 3 (8), 224-230
3. СБЗ Саидий. Диалектика и образовательный процесс смена состояний системы образования как деятельности. Science and Education 5 (6), 151-157
4. КБ Холиков. Уровень и качество усвоения предмета музыки, закрепление памяти и способности учащихся Science and Education 5 (2), 452-458
5. СБЗ Саидий. Обратный сдвиг гармоничный линии в многоголосных произведениях. Science and Education 3 (12), 871 - 877

6. БТА Саид Болтазода Саидий. Простые, сложные и смешанные размеры музыки при проведении уроков дирижирования, креативные методы обучения. *Science and Education" Scientific Journal* 5 (ISSN 2181-0842), 1020
7. СБЗ Саидий. Подробная информация о навыках музыкального и экспериментального моделирования при решении задач дирижирования. *Наука и образование* 3 (1), 79 - 89
8. СБЗ Саидий. Подробная информация о навыках музыкального и экспериментального моделирования при решении задач дирижирования. *Наука и образование* 2 (12), 803-811
9. КБ Холиков. Влияние классической музыки в разработке центральной нервной системы. *Science and Education* 6 (1), 49-56
10. КБ Холиков. Конструирование потока информации в балансировке разделения познания и поведение абстрактного воздействия на мозг человека. *Science and Education* 6 (1), 28-34
11. КБ Холиков. Звуковой ландшафт человека и гармоническая структура головного мозга. *Science and Education* 6 (1), 21-27
12. Саид Болтазода, Саидий. Механизмы формирования культуры почитания человеческих ценностей у старшеклассников на основе фольклора в хоре. *Science and Education* 4 (2), 1386-1391
13. Саидий, Саид Болтазода. Сложный принцип формообразования в изоритмическом сложении музыки. *Science and Education* 3 (11), 962-969
14. Саидий, Саид Болтазода. О некоторых простейших обобщениях приёмов и методов по музыке общеобразовательной школе. *Science and Education* 3 (8), 196-203
15. Саидий, Саид Болтазода. Принципы и приложения музыкальной формы. *Science and Education* 5 (2), 432-438
16. Саидий, Саид Болтазода. Нестандартные психологические структуры и модуляция в педагогике. *Science and Education* 5 (2), 348-354
17. Саидий, Саид Болтазода. Обменное приёмы аккордов семейство субдоминанты и доминанты использование на фортепиано. *Science and Education* 5 (2), 439-444
18. Саидий, Саид Болтазода. Об эффектно влияние теории, в создании музыкального произведения. *Science and Education* 3 (12), 864 - 870
19. Саидий, Саид Болтазода. Основные направления возбуждения мелкой моторики по направлению музыки. *Science and Education* 3 (10), 582-590
20. Саидий, Саид Болтазода. Песни, обработка народных песен и развития мастерства учащихся. *Science and education*. 3 (4), 1200-1205

21. Саидий, Саид Болтазода. Художественно-педагогическое общение как средство формирования музыкальной мотивации школьников. Science and Education 5 (2), 322-327

22. Саидий, Саид Болтазода. Простые, сложные и смешанные размеры музыки при проведении уроков дирижирования, креативные методы обучения. Science and Education 3 (5), 1484-1492

23. КБ Холиков. Мозг и музыкальный разум, психологическая подготовка детей и взрослых к восприятию музыки Science and Education 4 (7), 277-283

24. Саидий, Саид Болтазода. Подробная информация к навыкам музыкального и экспериментального моделирования при решении задач дирижирования. Science and Education 2 (12), 803-811

25. Саидий, Саид Болтазода. Элементы абстрактной и абсолютной звучании музыкального звука. Science and Education 4 (1), 597-603

26. Саидий, Саид Болтазода. Теоретическое рассмотрение вероятности совпадения неаккордовых звуков в произведениях. Science and Education 4 (1), 556-562

27. Саидий, Саид Болтазода. Повышение или понижение основных ступеней, знаки альтерации. Science and Education 3 (12), 878 - 884

28. Саидий, Саид Болтазода. Обратный сдвиг гармоничный линии в многоголосных произведениях. Science and Education 3 (12), 871 -877

29. Саидий, Саид Болтазода. Субхонов, Отабек Адилович. Основы управления музыкального диктанта по сольфеджио. Science and Education 3 (3), 825-830

30. Саидий, Саид Болтазода. Интерпретация современных методов работы с малоуспеваемыми музыкантами. Scientific Journal 3 (3), 1193-1199