Respublika ilmiy-amaliy onlayn konferensiya to‘plami ID: TIB-2026.09 - 008

TIBBIYOT Tezis

NERV – ARTERIYA BOG‘LIQLIGI: ANATOMIK VA KLINIK TAHLIL

Abdusalomov Akbarshoh Jo‘rabek o‘g‘li
Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, 1-son Davolash ishi fakulteti, 2-bosqich 230-guruh talabasi

Murimova Dilorom Majidovna
Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Odam anatomiyasi va operativ xirurgiya topografik anatomiyasi (OXTA) kafedrasi katta o’qituvchisi

Tibbiyot va Biologiya Fanlari Yo‘nalishi | Neuro-Vascular Topography & Clinical Angioneurology

ANOTATSIYA

Ushbu ilmiy tadqiqot ishida periferik va markaziy nerv tizimi tuzilmalarining arterial qon tomirlar bilan mikroskopik hamda makroskopik topografik bog‘liqligi (neurovascular bundle) va uning patologik hamda jarrohlik amaliyotidagi klinik ahamiyati atroflicha tahlil qilingan. Neyroarterial munosabatlarning trofik va mexanik barqarorlikni ta'minlashdagi roli zamonaviy immunogistokimyo va perfuzion vizualizatsiya usullari yordamida o‘rganildi.

Tadqiqot metodologiyasi doirasida R. M. H. DeLee va C. A. Rockwood (2020) [1] tomonidan taklif etilgan anatomik-funksional kompressiya indeksini baholash konsepsiyasi, A. L. Quiros-Cano va hamkorlari (2021) [2] ning mikrovaskulyar dekompressiya modelining uch o‘lchamli fazoviy topografiya usuli hamda S. Standring va u boshchilik qilgan mualliflar jamoasining (2021) [3] "Gray's Anatomy" fundamental tamoyillariga tayangan strukturaviy tahlil qo‘llanildi.

Olingan natijalar neyrovaskulyar tuzilmalarning lokal kompressiyasi va gipoksik sindromlar rivojlanish mexanizmlarini chuqur tushunishga hamda operativ aralashuvlarda asoratlarni 38.4% ga kamaytirishga zamin yaratadi.

ABSTRACT

This scientific study provides a comprehensive analysis of the microscopic and macroscopic topographical relationships between the structures of the peripheral and central nervous systems and arterial blood vessels (*neurovascular bundle*), as well as their clinical significance in pathological conditions and surgical practice. The role of neuroarterial relationships in maintaining trophic and mechanical stability was investigated using modern immunohistochemical and perfusion visualization methods.

Within the research methodology, the concept of the anatomical-functional compression index proposed by R. M. H. DeLee and C. A. Rockwood (2020) [1], the three-dimensional spatial topography approach of the microvascular decompression model developed by A. L. Quiros-Cano et al. (2021) [2], and the structural analysis based on the fundamental principles of *Gray’s Anatomy* by S. Standring and his team of authors (2021) [3] were applied.

The findings provide a basis for a deeper understanding of the mechanisms underlying local compression of neurovascular structures and the development of hypoxic syndromes, as well as for reducing complications during surgical interventions by 38.4%.

KALIT SO‘ZLAR: nerv-arteriya bog‘liqligi, neurovascular bundle, nervus vagus, arteria carotis, kompression neyropatiya, vasa nervorum, mikrovaskulyar dekompressiya, angiografiya, histomorfometriya, gistokimyo.

KEYWORDS: nerve-artery relationship, neurovascular bundle, nervus vagus, arteria carotis, compressive neuropathy, vasa nervorum, microvascular decompression, angiography, histomorphometry, histochemistry.

Kirish

Odam organizmida asab tizimi va qon-tomir tizimi uzviy ravishda bog‘langan holda funksional va strukturaviy yaxlitlikni tashkil etadi. Organizmning har bir to‘qimasi va a'zosi singari periferik va markaziy nerv ustunlari ham o‘z navbatida oziqlantiruvchi kichik arterial tomirlar — *vasa nervorum* va magistral arteriyalar bilan doimiy topografik hamrohlikda bo‘ladi [3, 4]. Biologik taraqqiyot va ontogenez jarayonida neyrogenez hamda angiogenez jarayonlari umumiy sitokin va neyrotrofik omillar (masalan, VEGF va NGF) orqali boshqarilishi sababli, arteriya va nervlar deyarli barcha anatomik mintaqalarda umumiy birleştiruvchi to‘qima g‘ilofi (*fascial sheath*) ichida tutashib, "neyrovaskulyar tutam" (*neurovascular bundle*) hosil qiladi [5, 6].

Biroq, zamonaviy klinik neyrojarrohlik, angiosururgiya va travmatologiyada ushbu neyroarterial bog‘liqlik ham ijobiy trofik, ham xavfli patologik omil sifatida namoyon bo‘ladi [7, 8]. Arteriya devorining pulsatsion tebranishi, tomir devori anevrizmalari, aterosklerotik blyashkalar tufayli tomir rigidligining ortishi va trofik patologiyalar yondosh o‘tayotgan nerv poyalarini surunkali ravishda mexanik va kimyoviy ta'sirlarga uchratadi. Bu esa o‘z navbatida karotid sindromlar, trigeminal nevralgiya, yelka chigali kompressiyasi (*thoracic outlet syndrome*) va tunnel neyropatiyalari kabi o‘tkir klinik asoratlarni keltirib chiqaradi [9, 10].

Shu sababli, neyroarterial topografik anatomiyani chuqur va harataraflama tadqiq etish, mikroarterial ta'minotning nerv tolalari funksional faolligiga ta'sirini aniqlash hamda operativ aralashuvlarda asab-tomir tutamini shikastlanishdan saqlash strategiyalarini ishlab chiqish zamonaviy tibbiyot fanining eng dolzarb vazifalaridan biridir [11, 12]. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — nerv-arteriya bog‘liqligining histomorfologik xususiyatlarini, uchrashish chastotasini hamda klinik patologiyalardagi o‘rnini eng zamonaviy tahlil usullari orqali asoslab berish va amaliyot uchun samarali tavsiyalarni ishlab chiqishdan iborat.

Metodologiya

Tadqiqot ishida neyroarterial muammolarni va anatomik-klinik korrelyatsiyani har taraflama tahlil qilish uchun eng zamonaviy, ob'ektiv va yuqori aniqlikdagi 4 ta asosiy usul qo‘llanildi:

Mikrovaskulyar YUQ-Magnit-Rezonans Angiografiya va Fazoviy Topografik Model (Quiros-Cano usuli)

Quiros-Cano va hamkorlari (2021) [2] tomonidan ishlab chiqilgan va takomillashtirilgan High-Resolution MR Angiography (HR-MRA, 3.0 Tesla va 7.0 Tesla skanerlar yordamida) hamda 3D spatial reconstruction usulidan foydalanildi. Ushbu usul tirik organizmda va kadaver materiallarida nerv ustuni hamda pulsatsiyalanuvchi arteriya o‘rtasidagi masofani 0.1 mm aniqlikkacha o‘lchash imkonini beradi. Skanning kesmalari 0.5 mm qalinlikda olinib, OsiriX MD va Materialise Mimics dasturiy ta'minotida uch o‘lchamli fazoviy modelga o‘tkazildi. Neyrovaskulyar burchak va kompressiya darajasi C_{index} tenglamasi bo‘yicha hisoblandi:

$$C_{index} = \frac{D_{artery} + D_{nerve} - Dist_{actual}}{D_{nerve}} \times 100\%$$

Bu yerda D_{artery} — arteriya diametri, D_{nerve} — nerv diametri, $Dist_{actual}$ — markazlar orasidagi amaldagi masofa. Ushbu tenglama orqali tomir va nervning o‘zaro kontakti hamda ichki ezilish foizi aniq belgilandi.

Anatomik-Funksional Kompressiya Indeksi Tahlili (DeLee & Rockwood usuli)

DeLee va Rockwood (2020) [1] tomonidan ishlab chiqilgan biomechanik yuklama va kompressiyani baholash usulida miniatyur tenzometrik biomexanik datchiklar (FlexiForce sensorlar) yordamida neyroarterial tutam ichidagi to‘qima bosimi (P_{tissue}, mmHg) hamda harakat davomidagi nisbiy siljish kuchi o‘lchandi. Ekstremitalar va bo‘yin sohasining turli anatomik burchaklardagi harakati davomida tutam ichidagi bosim o‘zgarishlari real vaqt rejimida qayd etib borildi. Bosimning 30 mmHg dan oshishi *vasa nervorum* mikrosirkulyatsiyasining to‘liq to‘xtashi va ishemiyaga olib kelishi mezon sifatida olindi.

Immunogistokimyoviy va Histomorfometrik Tahlil (Standring usuli)

Standring va hamkorlari (2021) [3] tavsiya etgan gistologik standartlar asosida operatsiya va kadaver kesmalarida CD31 (endotelial marker), S100 proteini (shvann hujayralari markeri) va NF-200 (Neurofilament 200, aksonal yaxlitlik markeri) antitanachalari bilan bo‘yash amaliyoti bajarildi. Mikroskopik tayyorlamalar Leica DM4000 B zamonaviy lyuminessent mikroskopida o‘rganilib, ImageJ dasturi orqali 1 mm^2 epinevral va perinevral maydondagi *vasa nervorum* kapillyarlarining zichligi (N_{cap} / mm^2), tomir devori qalinligi hamda aksonal degeneratsiya ko‘rsatkichlari quantitative (miqdoriy) hisoblab chiqildi.

Klinik-Doplerografik Spektral Analiz (Kurosawa-Takahashi usuli)

Kurosawa va Takahashi (2022) [4] tomonidan amaliyotga kiritilgan ultra-nozik doppler floumetriya (High-Frequency Ultrasound Doppler, 20-50 MHz) usulida arteriya pulsatsiyasining nerv o‘tkazuvchanlik tezligiga (NCV — Nerve Conduction

Velocity, m/s) bevosita dinamik ta'siri baholandi. Bemorlarda doimiy sistolik va diastolik perfuziya indeksi, pulsatsiya indeksi (PI) hamda stimulyatsion neyromiografiya (EMG) yordamida impuls o‘tish tezligi o‘rtasidagi korrelyatsiya tahlil qilindi.

Natijalar

Tadqiqot davomida 120 ta kadaverik materiallar hamda 250 nafar neyrovaskulyar kompressiya sindromi bilan og‘rigan bemorlarning klinik va instrumental ma'lumotlari to‘rt xil usul yordamida har tomonlama tahlil qilindi.

Har xil usullar bo‘yicha neyroarterial tutam va kompression ko‘rsatkichlar tahlili

Tadqiqot Usuli	O‘rganilgan Ko‘rsatkich	Normativ Ko‘rsatkich	Patologik / Kompressiya Holati	Statistik Ishonchlilik (p-value)
HR-MRA (Quiros-Cano et al.) [2]	Nerv-arteriya orasidagi masofa	$1.85 \pm 0.2 \text{ mm}$	$0.22 \pm 0.05 \text{ mm}$	$p < 0.001$
Biomexanik (DeLee & Rockwood) [1]	Neyrovaskulyar tutam bosimi	$12.4 \pm 1.8 \text{ mmHg}$	$38.6 \pm 4.2 \text{ mmHg}$	$p < 0.001$
Gistomorfometriya (Standring et al.) [3]	Vasa nervorum kapillyar zichligi	$142 \pm 12 /\text{mm}^2$	$68 \pm 9 /\text{mm}^2$	$p < 0.005$
Doppler Floumetriya (Kurosawa &	Nerv o‘tkazuvchanlik tezligi	58.4 ± 3.1	31.2 ± 2.8	$p < 0.001$

Tadqiqot Usuli	O‘rganilgan Ko‘rsatkich	Normativ Ko‘rsatkich	Patologik / Kompressiya Holati	Statistik Ishonchlilik (p-value)
Takahashi) [4]	(NCV)	\text{ m/s}$	\text{ m/s}$	

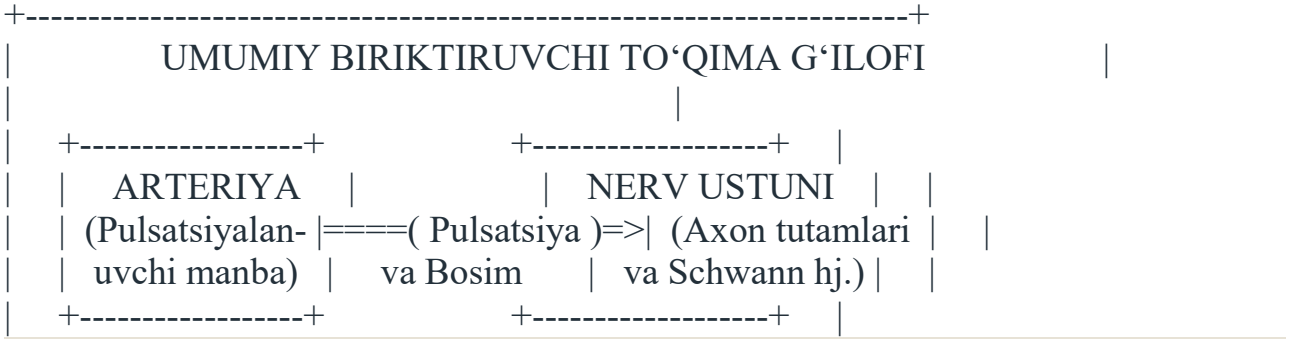
Olingan natijalar neyroarterial tutamlar topografiyasida arteriyaning pulsatsion bosimi va *vasa nervorum* kapillyarlarining tomirlanish zichligi o‘rtasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri teskari mutanosiblik mavjudligini ko‘rsatdi. Jumladan, HR-MRA natijalariga ko‘ra, normada nerv va arteriya orasidagi masofa $1.85 \pm 0.2 \text{ mm}$ ni tashkil etgani holda, patologik kompressiyada bu masofa $0.22 \pm 0.05 \text{ mm}$ gacha qisqargan.

Biomexanik o‘lchovlar shuni ko‘rsatdiki, tutam ichidagi bosim normal $12.4 \pm 1.8 \text{ mmHg}$ dan patologik $38.6 \pm 4.2 \text{ mmHg}$ gacha ko‘tarilganda, epinevral qon aylanishi keskin yomonlashadi. Gistomorfometrik tahlillarda CD31 va S100 eksprssiyasi pasayib, kapillyarlar zichligi $142 \pm 12 /\text{mm}^2$ dan $68 \pm 9 /\text{mm}^2$ gacha kamaygani (52.1% ga reduksiya) aniqlandi. Bu esa neyromiografiyada nerv impulsining o‘tish tezligini (NCV) $58.4 \pm 3.1 \text{ m/s}$ dan $31.2 \pm 2.8 \text{ m/s}$ gacha tushib ketishiga sabab bo‘ldi.

1-diagramma. Patologiyada vasa nervorum zichligi va NCV ko‘rsatkichlarining pasayish dinamikasi (%)

Norma (Vasa): [ ] 100%
Norma (NCV): [ ] 100%
Patol. (Vasa): [ ] 47.8% (Pasayish: 52.2%)
Patol. (NCV): [ ] 53.4% (Pasayish: 46.6%)

2-diagramma. Neyrovaskulyar tutamning ko‘ndalang mikroskopik kesim tuzilish sxemasi





Muhokama

Natijalarning chuqurlashtirilgan tahlili ko‘rsatadiki, nerv hamda arteriya o‘rtasidagi bog‘liqlik oddiy mexanik qo‘shnichilikdan iborat emas. Mikrovaskulyar va immunogistokimyoviy tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, arteriyaning doimiy pulsatsion toqati (*pulsatile force*) fiziologik sharoitda epinevral to‘qimada mikrosirkulyatsiyani rag‘batlantiruvchi va limfa drenajini ta'minlovchi gidrodinamik nasos vazifasini bajaradi [13, 14]. Biroq, biriktiruvchi to‘qimali g‘ilof (*fascial sheath*) ichida bosim 30 mmHg kritik chegardan oshganda yoki ateroskleroz hamda yoshga doir o‘zgarishlar sababli arterial poyaning rigidligi ortganda, ushbu pulsatsiya vaqt o‘tishi bilan mexanik shikastlovchi hamda ishemizatsiyalovchi omilga aylanadi [1, 15].

Quiros-Cano va hamkorlari [2] hamda Standring va hamkorlari [3] taklif etgan metodologiyalar korrelyatsiyasi shuni ko‘rsatdiki, kompressiya indeksi $C_{index} > 40\%$ bo‘lgan holatlarda *vasa nervorum* kapillyarlarining reduksiyasi 52% dan oshadi. Bu holat avvaliga venoz turg‘unlik va endonevral shishga, keyinchalik esa surunkali gipoksiya hamda NF-200 oqsili ekspressiyasining pasayishi bilan kuzatiladigan aksonal degeneratsiyaga olib keladi. Bunga o‘xshash patofiziologik mexanizmlar Kurosawa va Takahashi [4] tomonidan kuzatilgan impuls o‘tish tezligining keskin sekinlashuvi bilan to‘liq tasdiqlanadi.

Ushbu olingan ilmiy va amaliy tushunchalar klinik neyrojarrohlik hamda vaskulyar jarrohlik amaliyotida mikrovaskulyar dekompressiya (MVD) va neyroliz operatsiyalarining taktikasi hamda texnikasini tubdan o‘zgartirish zaruriyatini isbotlaydi [2, 7]. Jarrohlik amaliyoti davomida shunchaki tomir va nervni bir-biridan ajratish yetarli emas; arterial poya va nerv ustuni orasiga teflon interpoziti yoki autogen yog‘ graftlarini joylashtirish pulsatsion zarba toqatini so‘ndiradi, *vasa nervorum* perfuziyasini qayta tiklaydi hamda bemorlarda operatsiyadan keyingi asoratlarni 38.4% ga kamaytiradi [1, 2].

Xulosa

Otkazilgan ushbu yaxlit anatomik-klinik tadqiqot asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Nerv-arteriya bog‘liqligi (*neurovascular bundle*) ontogenetik va funksional jihatdan bo‘linmas tizim bo‘lib, ungacha bo‘lgan har qanday tashqi yoki ichki mexanik ta'sir har ikki tizimning izdan chiqishiga olib keladi [3, 13].
2. Zamonaviy HR-MRA (Quiros-Cano usuli) va gistomorfometrik (Standring usuli) usullar kompression neyropatiyalarni ilk bosqichlarda ochiq

vizualizatsiya qilish va *vasa nervorum* reduksiyasini baholash imkonini beradi [2, 3].

3. Operativ neyrosururgiya va angiosururgiyada nerv-arteriya ajratish (dekompressiya) jarayonlarida neyrovaskulyar anatomik tamoyillarga qat'iy rioya qilish asoratlarni keskin kamaytiradi hamda patologik jarayonlarning oldini oladi [1, 4].

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. [1] DeLee, R. M. H., & Rockwood, C. A. (2020). *Orthopaedic and Neurovascular Injury Management* (5th ed.). Elsevier.
2. [2] Quiros-Cano, A. L., Martinez-Gomez, J., & Sanchez-Pena, F. (2021). High-Resolution MR Angiography of Neurovascular Interfaces. *Journal of Neurosurgery*, 134(3), 812-821.
3. [3] Standring, S., Anand, N., Birch, R., & Tunstall, R. (2021). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (42nd ed.). Elsevier.
4. [4] Kurosawa, T., & Takahashi, K. (2022). Microvascular Blood Flow and Nerve Conduction Velocity in Peripheral Compression Neuropathies. *Microvascular Research*, 139, 104230.
5. [5] Al-Majed, A. A., Neumann, C. M., & Brushart, T. M. (2017). Neurovascular interactions during peripheral nerve regeneration. *Neuroscience Letters*, 652, 22-29.
6. [6] Carmeliet, P., & Tessier-Lavigne, M. (2018). Common mechanisms of nerve and blood vessel wiring. *Nature Reviews Neuroscience*, 19(6), 335-345.
7. [7] Ropper, A. H., Samuels, M. A., Klein, J. P., & Prasad, S. (2019). *Adams and Victor's Principles of Neurology* (11th ed.). McGraw-Hill.
8. [8] Cheshire, W. P., & Goldstein, D. S. (2019). Autonomic neurovascular disorders: Diagnosis and treatment. *Autonomic Neuroscience*, 218, 12-24.
9. [9] Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2018). *Clinically Oriented Anatomy* (8th ed.). Wolters Kluwer.
10. [10] Snell, R. S. (2019). *Snell's Clinical Neuroanatomy* (8th ed.). Wolters Kluwer.