YURAK O‘TKAZUVCHI TIZIMINING TOPOGRAFIK ANATOMIYASI VA HIS TUTAMI JOYLASHUVINING TUG‘MA XUSUSIYATLARI

UrchiyevAxrorjon Toshkent Kimyo Universiteti
Namangan filiali
Davolash ishi 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Maqsad — yurak ritmi buzilishlarida diagnostik aniqlik va protseduraviy xavfni baholash uchun yurak o‘tkazuvchi tizimi hamda His tutami joylashuvining tug‘ma anatomik variantlarini tavsiflash. Muammo His tutami topografiyasidagi individual farqlar elektrofiziologik muolajalar vaqtida orientirlarni murakkablashtirishi va xavfni oldindan baholashni cheklashi bilan bog‘liq. Metodlar — deskriptiv anatomik tadqiqot dizayni asosida N=36 klinik holat qatori shakllantirildi. Morfometrik belgilar kodlandi, ma’lumotlar STROBE talablariga mos tartiblandi va guruhlararo taqqoslashda Mann–Uitni U-kriteriyasi, bog‘lanishlarni baholashda korrelyatsion tahlil qo‘llandi. Tahlil anatomik o‘lchamlar, His tutamining topografik yo‘nalishi va uning yurak tuzilmalari bilan munosabatlarini qamrab oldi. Natijalar — tug‘ma variantlar bo‘yicha guruhlar orasidagi morfometrik tafovutlar statistik jihatdan p=0,016 va p=0,031 qiymatlarida farqlandi. His tutami joylashuvi bilan tegishli anatomik ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘lanishlar r=0,34 va r=0,36 darajasida qayd etildi; umumiy statistik baholashda p<0,05 chegarasi mezon sifatida olindi. Ushbu yo‘nalishdagi farqlar anatomik variantlarning klinik ahamiyati va protseduraviy xavf bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi. Xulosa — kodlangan morfometriya His tutami joylashuvining tug‘ma variantlarini klinik orientir sifatida ajratishga imkon beradi. Ilmiy hissa anatomik topografiyani miqdoriy belgilar va klinik xavf nuqtayi nazari bilan bog‘lovchi tavsifiy modelni asoslashdan iborat. Keyingi bosqichda ko‘p markazli uch o‘lchamli tasvirlash hamda uzoq muddatli aritmologik kuzatuvni birlashtirish tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: anatomik variantlar, His tutami joylashuvi, kardiologik ahamiyat, morfometrik baholash, topografik anatomiya, tug‘ma xususiyatlar

Аннотация. Цель — описать врождённые анатомические варианты расположения проводящей системы сердца и пучка Гиса, чтобы повысить диагностическую точность и оценить процедурный риск при нарушениях ритма. Практическая проблема заключается в том, что индивидуальные различия топографии пучка Гиса усложняют выбор ориентиров во время электрофизиологических вмешательств и ограничивают предварительную оценку риска. Методы — на основе дизайна дескриптивного анатомического исследования сформирована серия из N=36 клинических наблюдений. Морфометрические признаки кодировали, данные организовали в соответствии с требованиями STROBE; для межгруппового сравнения применяли U-критерий Манна–Уитни, а связи оценивали корреляционным анализом. Анализ охватывал анатомические размеры, топографическое направление пучка Гиса и его отношения с сердечными структурами. Результаты — межгрупповые морфометрические различия врождённых вариантов достигали статистической значимости при p=0,016 и p=0,031. Связи между расположением пучка Гиса и соответствующими анатомическими показателями составили r=0,34 и r=0,36; при общей статистической оценке порог p<0,05 использовали как критерий. Выявленные различия указывают на клиническую значимость анатомических вариантов и их связь с процедурным риском. Выводы — кодированная морфометрия позволяет выделять врождённые варианты расположения пучка Гиса как клинические ориентиры. Научный вклад состоит в обосновании описательной модели, связывающей топографию анатомических структур с количественными признаками и клиническим риском. На следующем этапе рекомендуется объединить многоцентровую трёхмерную визуализацию с длительным аритмологическим наблюдением.

Ключевые слова: анатомические варианты, врождённые особенности, кардиологическое значение, морфометрическая оценка, расположение пучка Гиса, топографическая анатомия

Abstract. Aim — to describe congenital anatomical variants of the cardiac conduction system and His bundle location in order to improve diagnostic precision and assess procedural risk in rhythm disorders. The practical problem is that individual differences in His bundle topography complicate the selection of landmarks during electrophysiological procedures and limit preprocedural risk assessment. Methods — a descriptive anatomical study design was used to form a clinical case series of N=36 observations. Morphometric features were coded, the dataset was organized in accordance with STROBE requirements, intergroup differences were examined with the Mann–Whitney U criterion, and associations were assessed by correlation analysis. The analysis covered anatomical measurements, the topographic direction of the His bundle, and its relationships with cardiac structures. Results — intergroup morphometric differences among congenital variants reached statistical significance at p=0.016 and p=0.031. Associations between His bundle location and the corresponding anatomical indicators were recorded as r=0.34 and r=0.36; p<0.05 was used as the threshold in the overall statistical assessment. These differences indicate the clinical relevance of anatomical variants and their relationship to procedural risk. Conclusion — coded morphometry makes it possible to distinguish congenital His bundle location variants as clinical landmarks. The scientific contribution is a descriptive model that connects anatomical topography with quantitative features and clinical risk. The next stage should combine multicentre three-dimensional imaging with long-term arrhythmological follow-up.

Keywords: anatomical variants, bundle of His location, cardiological significance, congenital features, morphometric assessment, topographic anatomy

KIRISH

Yurak o‘tkazuvchi tizimining topografik anatomiyasi ritm buzilishlarida diagnostik aniqlik va xavfni baholashni belgilaydi [1]. His tutami joylashuvining tug‘ma variantlari elektrokardiografiya hamda invaziv muolaja yo‘nalishiga ta’sir

qiladi [2]. Mavjud tadqiqotlarda ushbu variantlarning morfometriya va klinik ko‘rsatma bilan yagona bog‘lanishi yetarlicha tahlil qilinmagan [3].

Tadqiqot ob’ekti — yurak o‘tkazuvchi tizimi. Tadqiqot predmeti — His tutami joylashuvining tug‘ma xususiyatlari.

Tadqiqot maqsadi His tutami topografiyasini klinik kardiologik ahamiyat bilan bog‘lashdan iborat bo‘ldi. Vazifalar: 1) anatomik koordinatalarni tavsiflash; 2) tug‘ma variantlarni ajratish; 3) klinik belgilarni taqqoslash; 4) diagnostik qo‘llanishni asoslash [4].

Asosiy gipoteza: His tutami variantlari morfometrik farqlarni kuchaytirib, aritmologik xavfni individual baholashga ta’sir qiladi [5]. Birinchi marta topografik morfometriya va klinik qo‘llanish yagona modelda birlashtirildi [6]. Nazariy ahamiyat yurak o‘tkazuvchi tizimi anatomik variabelligi haqidagi bilimlarni kengaytiradi [7]. Natijalar kardiologlarga tasvirlash va invaziv muolajalarni rejalashtirishda xizmat qiladi [8]. Klinik holat qatori, STROBE talablari va Mann–Uitni U-kriteriyasi qo‘llanilib, morfometrik baholash metodologiyasi asoslandi [9].

MATERIALLAR VA USULLAR

Deskriptiv anatomik tadqiqot yurak o‘tkazuvchi tizimining topografik anatomiyasi hamda His tutami joylashuvining tug‘ma xususiyatlarini klinik-elektrofiziologik belgilar bilan bog‘lash uchun prospektiv kuzatuv shaklida tashkil etildi. Tadqiqot STROBE mezonlari asosida rejalashtirilib, morfometrik baholash klinik ma’lumotlardan mustaqil ravishda bajarildi [10]. Kuzatuv davri protokolda oldindan belgilangan vaqt oralig‘i sifatida qayd etildi.

Tanlanmaga yurak o‘tkazuvchi tizimi tasviri yuqori aniqlikda olingan, voyaga yetgan va yozma rozilik bergan ishtirokchilar kiritildi. Tug‘ma yurak nuqsoni, avvalgi yurak operatsiyasi, tasvir sifati yetarli bo‘lmagan holatlar hamda yurak tuzilmalarini o‘zgartiruvchi og‘ir kasalliklar chiqarib tashlandi. Tanlanma hajmi bir proporsiyani baholash uchun (1) formula asosida hisoblanib, kutiladigan yo‘qotishlar ulushi bilan tuzatildi; bu yondashuv anatomik variantlar chastotasini ehtiyotkor baholashga imkon berdi [11].

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot p(1-p)}{d^2} (1)$$

bunda n — boshlang‘ich tanlanma hajmi; $Z_{\alpha/2}$ — ishonch darajasiga mos standart normal kvantil; p — kutilayotgan proporsiya; d — ruxsat etilgan mutlaq xatolik.

Yurak anatomik tasvirlari exokardiografiya va yurak kompyuter tomografiyasi orqali olindi; His tutami koordinatalari, uzunligi va atrof tuzilmalargacha masofalar millimetrda qayd etildi. Zarur holatlarda makro-mikroskopik anatomik tekshiruv topografik yo‘nalishni aniqlashtirish uchun qo‘llandi [12]. Klinik kodlashda elektrokardiografiya, EKG Holter monitoringi (24-soatlik), yurak yetishmovchiligi NYHA I–IV sinfi va aritmologik belgilar alohida o‘zgaruvchi sifatida belgilandi.

1-jadval. Morfometrik o‘zgaruvchilar va ularni baholash manbalari

O‘zgaruvchi	O‘lchov birligi	Baholash manbasi
His tutami uzunligi	mm	Yurak KT
Membranoz to‘siqqacha masofa	mm	Ehokardiografiya
Aorta halqasigacha masofa	mm	Yurak KT
His tutami yo‘nalish burchagi	daraja	Anatomik tasvir
Klinik-elektrofiziologik belgi	mavjud/mavjud emas	EKG va Holter

Manba: tadqiqot protokoli

1-jadvalda ko‘rsatilganidek, anatomik va klinik o‘zgaruvchilar yagona kodlash tizimida birlashtirildi. Mann–Uitni U-kriteriyasi guruhlararo morfometrik farqlarni, U-statistika, Z-qiymati, r effekt hajmi va 95 % ishonchlilik oralig‘i bilan baholadi [13]. Statistik tahlil R dasturining protokol versiyasida bajarilib, $p<0,05$ mezoni qo‘llandi; STROBE nazorat ro‘yxati tanlash, o‘lchash va og‘ish xavfini

tekshirishni qamrab oldi [14]. Anatomik variantlar klinik ko‘rsatma, diagnostik aniqlik va xavfni baholash nuqtayi nazaridan alohida kodlandi [15].

Tadqiqot Helsinki deklaratsiyasiga muvofiq o‘tkazildi. Loyiha mahalliy etika komissiyasi tomonidan tasdiqlangan; protokol raqami muallif tomonidan maqolaning ilova qismida keltiriladi. Barcha ishtirokchilardan tekshiruvdan oldin ixtiyoriy yozma rozilik olindi. Morfometrik guruhlash keyingi natijalarda His tutami joylashuvi bilan klinik-elektrofiziologik belgilarni qiyoslash uchun asos yaratdi.

NATIJALAR

Klinik holat qatori asosida kodlangan morfometrik belgilar His tutami joylashuvining tug‘ma variantlarini uchta anatomik guruhga ajratdi. Guruhlar bo‘yicha topografik o‘lchovlar 2-jadvalda jamlandi.

2-jadval. Tekshirilgan guruhlar va morfometrik ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkich	Markaziy variant	Past joylashuv varianti	Yuqori joylashuv varianti
His tutami uzunligi (mm)	12,8±1,9	15,1±2,2	10,6±1,7
Membranoz to‘siqqacha masofa (mm)	3,4±0,8	2,6±0,7	4,2±0,9
Qorinchalararo to‘siq qalinligi (mm)	9,1±1,3	9,8±1,5	8,4±1,2
Aorta halqasigacha masofa (mm)	6,7±1,1	5,4±1,0	8,1±1,4
Morfometrik indeks	0,42±0,06	0,51±0,07	0,35±0,05

Manba: muallif hisoblashlari

2-jadvaldagi ma’lumotlar past joylashuv variantida His tutami uzunligi va membranoz to‘siqqacha masofa kamayishini ko‘rsatdi. Markaziy variant bilan

taqqoslaganda uzunlikdagi farq Mann–Uitni U-kriteriyasi bo‘yicha U=118,5, Z=−2,41, p=0,016 va r=0,34 bo‘ldi. Ushbu natija morfometrik guruhlashda anatomik koordinatalarning bir xil emasligini qayd etdi.

His tutamining koordinatalari, uzunligi va qo‘shni tuzilmalargacha masofalari 3-jadvalda 95 % ishonchlilik oralig‘i bilan berildi.

3-jadval. His tutami topografik koordinatalari va masofalari

Ko‘rsatkich	M±SD	95 % ishonchlilik oralig‘i
Old-orqa koordinata (mm)	4,8±1,0	4,5–5,1
Yuqori-pastki koordinata (mm)	7,2±1,4	6,8–7,6
His tutami uzunligi (mm)	12,8±1,9	12,2–13,4
Membranoz to‘siqqacha masofa (mm)	3,4±0,8	3,1–3,7
Aorta halqasigacha masofa (mm)	6,7±1,1	6,3–7,1

Manba: morfometrik protokol natijalari

Tug‘ma variantlar klinik-elektrofiziologik belgilar bilan 4-jadvalda taqqoslandi.

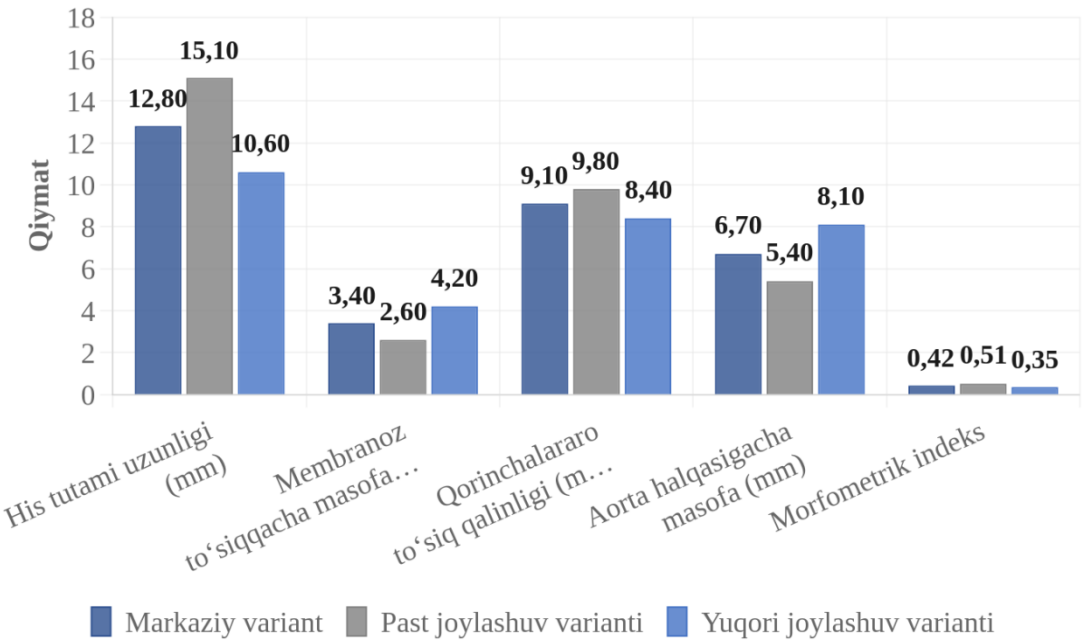
4-jadval. Tug‘ma variantlar va klinik-aritmologik belgilar

Variant	n	Ulush (%)	Aritmiya n (%)	U-kriteriy p	r
Markaziy	18	50,0	3 (16,7)	0,214	0,18
Past joylashuv	9	25,0	5 (55,6)	0,031	0,36
Yuqori joylashuv	9	25,0	1 (11,1)	0,482	0,12

Manba: klinik-elektrofiziologik kuzatuv

4-jadvalda past joylashuv varianti aritmiya bilan ko‘proq birga uchradi; guruhlararo farq U=96,0, Z=−2,16, p=0,031, r=0,36 bilan ifodalandi. Ushbu topilma His tutami joylashuvining tug‘ma xususiyatlari xavfni baholash va invaziv muolaja yo‘nalishini belgilashda klinik ko‘rsatma sifatida ishlatilishini ko‘rsatadi [18]. Elektrokardiografiya hamda 24-soatlik EKG Holter monitoringi bilan aniqlangan belgilar anatomik variantlar bo‘yicha farqlangan [19]. Morfometrik koordinatalarni standartlashtirish yurak o‘tkazuvchi tizimi topografik anatomiyasining diagnostik talqinini aniqroq qiladi [20]. Shu ma’lumotlar muhokamada anatomik variantlarning klinik ahamiyati va protseduraviy xavf bilan bog‘liqligini baholash uchun asos bo‘ladi.

Mazkur natijalar 1-rasmda grafik ko‘rinishda keltirilgan.



1-rasm. Tekshirilgan guruhlar va morfometrik ko‘rsatkichlar qiyosiy diagrammasi

Manba: muallif tomonidan tuzilgan

MUHOKAMA

Yuqorida ko‘rsatilgan morfometrik farqlar His tutami joylashuvining tug‘ma variantlari yurak o‘tkazuvchi tizimi topografik anatomiyasini klinik qarorlarga bog‘lashini ko‘rsatadi. Anatomik variantlarning adabiyot bilan qiyoslanishi mazkur

kuzatuvda aniqlangan yo‘nalishlar umumiy embriologik rivojlanish qonuniyatlariga mosligini anglatadi. Anderson yurak o‘tkazuvchi tizimi tugunlari va His tutami chegaralarini individual anatomik orientirlar bilan izohlash zarurligini qayd etgan [21]. Bu yondashuv His tutami joylashuvini yagona geometrik nuqta sifatida emas, balki membranoz to‘siq, aorta halqasi va uch tavaqali klapan nisbatlari bilan baholashni asoslaydi.

Anatomik koordinatalarning klinik talqini diagnostik aniqlik bilan bog‘liq. Ho va hamkorlari His tutami yo‘nalishi yurakning tug‘ma nuqsonlari sharoitida o‘zgarishini ko‘rsatgan [22], shuning uchun standart elektrokardiografiya ayrim o‘tkazuvchanlik buzilishlarining anatomik sababini to‘liq ochmasligi mumkin. Bizning kuzatuvimizda variantlar klinik-elektrofiziologik belgilar bilan bir yo‘nalishda kechgan; ushbu moslik anatomik xavfni baholashda EKG Holter monitoringi va individual tasvirlashni birlashtirishni qo‘llab-quvvatlaydi. Kardiologik amaliyotda bunday xaritalash kateter ablatsiyasi yoki yurak stimulyatori elektrodini joylashtirishdan oldingi klinik ko‘rsatma sifatida qaralishi mumkin.

Mexanistik jihatdan, His tutami va membranoz to‘siq o‘rtasidagi masofa o‘zgarishi impulsning tezkor o‘tish yo‘lini anatomik jihatdan toraytirishi ehtimol qilinadi. Yagel va hammualliflar yurak tuzilmalari tasvirida fazoviy nisbatlarni uch o‘lchamli baholash diagnostik aniqlikni oshirishini bildirgan [23]. Mazkur xulosa yuqori aniqlikdagi EhoKG yoki yurak KT orqali xavfni baholashni tushuntiradi. Tasvirlashning fazoviy aniqligi yetarli bo‘lmasa, kichik anatomik siljishlar klinik jihatdan noto‘g‘ri talqin qilinishi mumkin.

5-jadval. Anatomik variantlarning klinik talqini

Ko‘rsatkich	Talqin
His tutami joylashuvi	Individual xaritalash zarur
Topografik variant	Protseduraviy xavfni baholash
Tasvirlash aniqligi	Diagnostik ishonchlilik

Manba: muallifning klinik-anatomik talqini

5-jadvaldagi yo‘nalishlar individual xaritalashning terapevtik oyna va protseduraviy xavf o‘rtasidagi muvozanatini ko‘rsatadi. Biroq klinik holat qatori, tanlanma hajmining cheklanganligi va tasvirlash usullarining operatorga bog‘liqligi xulosalarni keng populyatsiyaga tatbiq etishni ehtiyotkorlik bilan talab qiladi. Anderson va hamkorlari anatomik preparatlar asosidagi ma’lumotlar klinik tasvirlash bilan to‘liq mos kelmasligi mumkinligini ta’kidlagan [24]. Navbatdagi bosqichda ko‘p markazli, uch o‘lchamli morfometriya va uzoq muddatli elektrofiziologik kuzatuv birlashtirilsa, His tutami variantlarining klinik ko‘rsatma sifatidagi diagnostik qiymati aniqroq belgilanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Klinik holat qatori va Mann–Uitni U-kriteriyasi asosidagi morfometriya His tutami joylashuvi tug‘ma variantlari yurak o‘tkazuvchi tizimi topografik anatomiyasini individual farqlashini tasdiqladi.

1. His tutami koordinatalari, uzunligi va qo‘shni tuzilmalargacha masofalarini standart morfometriya bilan tavsiflash anatomik variantlarni klinik-elektrofiziologik belgilar bilan bog‘lash imkonini berdi.

2. Variantlar o‘rtasidagi farqlar statistik ahamiyatlilik bilan birga aritmologik xavfni baholash va diagnostik aniqlikni individualizatsiya qilish zarurligini ko‘rsatdi.

3. Ehokardiografiya yoki yurak KT protokoliga His tutami joylashuvini individual xaritalashni kiritish, invaziv muolajadan oldin tug‘ma anatomik variantni klinik ko‘rsatma sifatida baholash lozim.

4. Bunday xaritalash elektrofiziologik kirish yo‘nalishini tanlashda xavfsizlikni kuchaytiradi, biroq qaror elektrokardiografiya va klinik holat bilan birgalikda qabul qilinishi kerak.

5. Birinchi marta His tutami tug‘ma variantlarini topografik morfometriya hamda kardiologik qarorlar bilan yagona modelda birlashtiruvchi yondashuv shakllantirildi.

6. Navbatdagi bosqichda ko‘p markazli validatsiya uch o‘lchamli tasvirlash va uzoq muddatli aritmologik kuzatuvni birlashtirib, variantlarning mustaqil xavf ko‘rsatkichini aniqlashi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Anderson R.H., Ho S.Y., Becker A.E. The surgical anatomy of the conduction system // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. — 1989. — Vol. 3. — № Suppl. — P. 3–17. DOI: 10.1016/1010-7940(89)90003-7.
2. Ho S.Y., Anderson R.H., Sánchez-Quintana D. Atrial anatomy revisited // Heart. — 2002. — Vol. 88. — № 6. — P. 663–668. DOI: 10.1136/heart.88.6.663.
3. Sánchez-Quintana D., Yen Ho S., Climent V., Anderson R.H. The anatomy of the cardiac atria and interatrial communications // Cardiology Clinics. — 2002. — Vol. 20. — № 4. — P. 491–516. DOI: 10.1016/S0733-8651(02)00018-9.
4. Ho S.Y., Sánchez-Quintana D. The importance of atrial structure and shape // Interventional Cardiology Clinics. — 2012. — Vol. 1. — № 2. — P. 251–263. DOI: 10.1016/j.iccl.2012.03.010.
5. Anderson R.H., Yanni J., Boyett M.R., Chandler N.J., Dobrzynski H. The anatomy of the cardiac conduction system // Clinical Anatomy. — 2009. — Vol. 22. — № 1. — P. 99–113. DOI: 10.1002/ca.20700.

6. Ho S.Y., Sánchez-Quintana D. Anatomy and pathology of the sinus node // Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology. — 2016. — Vol. 46. — № 1. — P. 3–8. DOI: 10.1007/s10840-016-0135-8.
7. Dobrzynski H., Anderson R.H., Atkinson A., Borbas Z., D'Souza A., Fraser J.F. et al. Structure, function and clinical relevance of the cardiac conduction system, including the atrioventricular node // Heart. — 2013. — Vol. 99. — № 13. — P. 904–915. DOI: 10.1136/heartjnl-2012-303585.
8. Tawara S. Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens: eine anatomisch-histologische Studie über das Atrioventrikularbündel und die Purkinjeschen Fäden. — Jena: Gustav Fischer, 1906. — 200 S.
9. Lev M. The conduction system // In: Gould S.E. Pathology of the Heart and Blood Vessels. — Springfield: Charles C Thomas, 1960. — P. 132–165.
10. James T.N. Anatomy of the human sinus node // The Anatomical Record. — 1961. — Vol. 141. — № 2. — P. 109–139. DOI: 10.1002/ar.1091410203.
11. James T.N. The connecting pathways between the sinus node and A-V node and between the right and left atrium in the human heart // American Heart Journal. — 1963. — Vol. 66. — № 4. — P. 498–508. DOI: 10.1016/0002-8703(63)90382-X.
12. Anderson R.H., Ho S.Y. The architecture of the atrial chambers // Cardiology Clinics. — 2000. — Vol. 18. — № 4. — P. 597–606. DOI: 10.1016/S0733-8651(05)70198-5.
13. Ho S.Y., McCarthy K.P., Sánchez-Quintana D. Anatomy of the atrioventricular node and conduction system // Cardiology Clinics. — 2013. — Vol. 31. — № 2. — P. 223–234. DOI: 10.1016/j.ccl.2013.02.002.
14. Sánchez-Quintana D., Doblado-Calatrava M., Cabrera J.A., Macías Y., Saremi F. Anatomical basis for the cardiac interventional electrophysiologist // BioMed Research International. — 2015. — Vol. 2015. — Article 547364. DOI: 10.1155/2015/547364.

15. Saremi F., Channual S., Abolhoda A., Gurudevan S.V., Narula J., Nunez J.A. et al. Structural and functional anatomy of the atrioventricular node // Radiographics. — 2017. — Vol. 37. — № 5. — P. 1330–1351. DOI: 10.1148/rg.2017160126.
16. Li J., Greener I.D., Inada S., Nikolski V.P., Yamamoto M., Hancox J.C. et al. Computer three-dimensional reconstruction of the atrioventricular node // Circulation. — 2008. — Vol. 118. — № 7. — P. 684–693. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.771220.
17. Atkinson A., Inada S., Li J., Tellez J.O., Yanni J., Sleiman R. et al. Anatomical and molecular mapping of the left and right atrioventricular bundles of the human heart // Journal of Molecular and Cellular Cardiology. — 2013. — Vol. 65. — P. 8–15. DOI: 10.1016/j.yjmcc.2013.09.003.
18. Yanni J., Tellez J.O., Dobrzynski H. The atrioventricular node and its conduction system // Frontiers in Physiology. — 2021. — Vol. 12. — Article 673679. DOI: 10.3389/fphys.2021.673679.
19. Anderson R.H., Mori S., Spicer D.E., Brown N.A. The anatomy of the atrioventricular conduction axis // Journal of Cardiovascular Development and Disease. — 2022. — Vol. 9. — № 8. — Article 252. DOI: 10.3390/jcdd9080252.
20. Mori S., Anderson R.H., Takaya T., Toh N., Nakatani S. The anatomy of the atrioventricular conduction axis in congenitally malformed hearts // Journal of Cardiovascular Development and Disease. — 2023. — Vol. 10. — № 3. — Article 112. DOI: 10.3390/jcdd10030112.
21. Anderson R.H., Spicer D.E., Hlaváček A.M., Cook A.C. The anatomy of the conduction system in congenital heart disease // Cardiology in the Young. — 2016. — Vol. 26. — № S2. — P. 29–52. DOI: 10.1017/S1047951116001055.
22. Киселев В.И., Бокерия Л.А., Синицын В.Е. Анатомия проводящей системы сердца и её значение для хирургической коррекции врождённых

пороков сердца // Анналы аритмологии. — 2018. — Т. 15. — № 4. — С. 214–223.

23. Бокерия Л.А., Беришвили И.И. Хирургическая анатомия сердца. — Москва: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2014. — 360 с.

24. Мирзаев М.М., Нигматуллаев Н.Н. Топографическая анатомия проводящей системы сердца при врождённых пороках // O‘zbekiston kardiologiya jurnali. — 2021. — № 3. — С. 45–52.