UDK: 616.718.5-001.5-053.9:616-089:616.71-007.234

GERIATRIK BEMORLARDA PROKSIMAL SON SUYAGI SINISHLARI: EPIDEMIOLOGIK XUSUSIYATLARI, XAVF OMILLARI VA INDIVIDUAL DAVOLASH USULLARINI OPTIMALLASHTIRISH (ADABIYOTLAR SHARHI)

Zoxidjonov Nasimbek G‘ayratjon o‘g‘li – talaba
Qobilov Nodir Rustamovich – assistent
Toshkent davlat tibbiyot universiteti (Toshkent, O‘zbekiston)

Annotatsiya. *Geriatrik bemorlarda proksimal son suyagi sinishlari zamonaviy travmatologiya va ortopediyaning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Aholi umr davomiyligining ortishi va osteoporozning keng tarqalishi natijasida ushbu patologiyaning uchrash chastotasi yildan-yilga ortib bormoqda. Ushbu adabiyotlar sharhida so‘nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida geriatrik bemorlarda proksimal son suyagi sinishlarining epidemiologik xususiyatlari, asosiy xavf omillari, mortalitet ko‘rsatkichlari hamda optimal davolash usullari keng tahlil qilindi. Tahlillar natijasida ayollarda, ayniqsa postmenopauzal davrda, osteoporoz fonida son suyagi sinishlari yuqori uchrashi aniqlangan. Frailty sindromi, kognitiv buzilishlar, yiqilishlar, mineral zichlikning pasayishi, hamroh kasalliklar va kechiktirilgan jarrohlik asosiy prognostik noqulay omillar sifatida qayd etilgan. Zamonaviy ilmiy manbalarga ko‘ra, 24–48 soat ichida bajarilgan jarrohlik amaliyoti, geriatriya va ortopediya mutaxassislarining kompleks hamkorligi hamda erta reabilitatsiya funksional natijalarni yaxshilaydi va mortalitetni kamaytiradi. Adabiyotlar tahlili asosida geriatrik bemorlarda multidissiplinar yondashuv va individual davolash strategiyasi optimal natijalarni ta’minlashi ko‘rsatildi.*

Kalit so‘zlar: *son suyagi proksimal sinishi, geriatrik bemorlar, xavf omillari, mortalitet, osteoporoz.*

ПРОКСИМАЛЬНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ГЕРИАТРИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ: ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ФАКТОРЫ РИСКА И ОПТИМИЗАЦИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Зохиджонов Насимбек Гайратжон угли – студент
Кобилов Нодир Рустамович – ассистент
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *Проксимальные переломы бедренной кости у гериатрических пациентов являются одной из наиболее актуальных проблем современной травматологии и ортопедии. В связи с увеличением продолжительности жизни населения и широким распространением остеопороза частота встречаемости данной патологии ежегодно возрастает. В данном обзоре литературы на основе научных исследований последних лет подробно проанализированы эпидемиологические особенности проксимальных переломов бедренной кости у гериатрических пациентов, основные факторы риска, показатели летальности, а также оптимальные методы лечения. Результаты анализа показали, что переломы бедренной кости наиболее часто встречаются у женщин, особенно в постменопаузальном периоде, на фоне остеопороза. В качестве основных неблагоприятных прогностических факторов отмечены синдром старческой астении (frailty-синдром), когнитивные нарушения, падения, снижение минеральной плотности костной ткани, сопутствующие заболевания и отсроченное хирургическое вмешательство. Согласно современным научным данным, хирургическое лечение, выполненное в течение 24–48 часов, комплексное взаимодействие специалистов в области гериатрии и ортопедии, а также ранняя реабилитация способствуют улучшению функциональных результатов и снижению уровня летальности. На основании анализа литературы показано, что мультидисциплинарный подход и индивидуальная стратегия лечения обеспечивают оптимальные результаты у гериатрических пациентов.*

Ключевые слова: *проксимальный перелом бедренной кости, гериатрические пациенты, факторы риска, летальность, остеопороз.*

PROXIMAL FEMORAL FRACTURES IN GERIATRIC PATIENTS: EPIDEMIOLOGICAL FEATURES, RISK FACTORS, AND OPTIMIZATION OF INDIVIDUAL TREATMENT METHODS (LITERATURE REVIEW)

Zokhidjonov Nasimbek Gayratjon ugli – student
Kobilov Nodir Rustamovich – assistant
Tashkent State Medical University (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract. *Proximal femoral fractures in geriatric patients represent one of the most pressing issues in modern traumatology and orthopedics. Due to the increase in life expectancy and the widespread prevalence of osteoporosis, the incidence of this pathology has been steadily rising worldwide. This literature review comprehensively analyzes the epidemiological characteristics, major risk factors, mortality rates, and optimal treatment approaches for proximal femoral fractures in geriatric patients based on recent scientific studies. The analysis demonstrated that femoral fractures occur more frequently in women, particularly during the postmenopausal period, against the background of osteoporosis. Frailty syndrome, cognitive impairment, falls, decreased bone mineral density, comorbidities, and delayed surgical intervention were identified as the main unfavorable prognostic factors. According to contemporary scientific evidence, surgical intervention performed within 24–48 hours, multidisciplinary collaboration between geriatricians and orthopedic specialists, as well as early rehabilitation significantly improve functional outcomes and reduce mortality rates. Based on the literature analysis, it was concluded that a multidisciplinary approach and individualized treatment strategy ensure optimal outcomes in geriatric patients.*

Keywords: *proximal femoral fracture, geriatric patients, risk factors, mortality, osteoporosis.*

Mavzuning dolzarbligi. Geriatrik yoshdagi bemorlarda proksimal son suyagi sinishlari sog‘liqni saqlash tizimining global muammolaridan biri hisoblanadi. Jahon miqyosida keksalar sonining ortishi ushbu patologiyaning epidemiologik ahamiyatini yanada oshirmoqda [17,18,19]. Cooper va hammualliflar tomonidan o‘tkazilgan epidemiologik tadqiqotlarga ko‘ra, 2050-yilga borib son suyagi sinishlari soni bir necha million holatlarga yetishi prognoz qilinmoqda [18]. Gullberg va hammualliflar ham dunyo bo‘yicha son suyagi proksimal sinishi holatlarining sezilarli o‘sishini qayd etgan [17]. Proksimal son suyagi sinishlari nafaqat yuqori mortalitet, balki nogironlik, mustaqil harakatlanish qobiliyatining yo‘qolishi va iqtisodiy yukning ortishi bilan ham tavsiflanadi [31]. Leal va hammualliflarning ma’lumotlariga ko‘ra, son suyagi proksimal sinishi bilan bog‘liq xarajatlar rivojlangan davlatlar sog‘liqni saqlash tizimiga milliardlab dollar zarar yetkazmoqda [31]. Geriatrik bemorlarda ushbu patologiyaning murakkabligi osteoporoz, yurak-qon tomir kasalliklari, diabet, nevrologik buzilishlar va frailty sindromi bilan bog‘liq [27]. Shu sababli proksimal son suyagi sinishlarini davolash va profilaktika qilish bo‘yicha zamonaviy ilmiy yondashuvlarni chuqur o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot maqsadi. Geriatrik bemorlarda son suyagi proksimal sinishi natijasida kelib chiqadigan patologik o‘zgarishlar, uning asoratlari hamda davolash prinsiplari samaradorligini optimallashtishda mavjud ilmiy adabiyotlarni chuqur tizimli sharhlash, olingan natijalarning ishonchliligini baholash hamda qiyosiy tahlil qilishdan iborat.

Geriatrik bemorlarda proksimal son suyagi sinishlari zamonaviy travmatologiya va ortopediya amaliyotidagi eng murakkab va yuqori ijtimoiy ahamiyatga ega patologiyalardan biri hisoblanadi. So‘nggi o‘n yilliklarda aholi umr davomiyligining uzayishi, osteoporoz bilan kasallanish holatlarining ortishi hamda keksalar ulushining ko‘payishi natijasida ushbu patologiyaning epidemiologik ko‘rsatkichlari sezilarli darajada oshib bormoqda [6,15,18]. Cooper va hammualliflarning epidemiologik kuzatuvlari natijalariga ko‘ra, dunyo miqyosida har yili millionlab son suyagi sinishlari qayd etilmoqda va yaqin kelajakda ushbu ko‘rsatkichning yanada ortishi prognoz qilinmoqda [6]. Gullberg va hammualliflar esa 2050-yilga borib son suyagi proksimal sinishi bilan bog‘liq holatlar soni bir necha barobarga ortishini ta’kidlagan [15]. Bu esa geriatrik travmatologiyaning global sog‘liqni saqlash tizimidagi strategik ahamiyatini yanada oshiradi.

Ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, proksimal son suyagi sinishlari ko‘pincha 65 yoshdan oshgan bemorlarda uchraydi va ayollar orasida ustunlik qiladi [20,33]. Valente va hammualliflar tomonidan olib borilgan epidemiologik tahlillarda postmenopauzal davrdagi ayollarda estrogen yetishmovchiligi fonida osteoporotik o‘zgarishlar kuchayishi sababli son suyagi bo‘yni sinishlari yuqori ko‘rsatkichda aniqlangan [33]. Kashikova va hammualliflarning Markaziy Osiyo mintaqasida o‘tkazgan kuzatuvlarida ham xuddi shunday tendensiya qayd etilib, keksalarda suyak mineral zichligining pasayishi asosiy etiologik omillardan biri sifatida ko‘rsatilgan [20].

Proksimal son suyagi sinishlarining patogenezida osteoporoz markaziy o‘rin egallaydi. Kanis va hammualliflar osteoporozni “yashirin epidemiya” sifatida baholab, aynan trabekulyar suyak to‘qimasining destruksiyasi son suyagi proksimal qismida mexanik mustahkamlikning keskin kamayishiga olib kelishini ta’kidlagan [19]. Liang va hammualliflarning tadqiqotlarida suyak mineral zichligi bilan proksimal son suyagi sinishlari o‘rtasida kuchli korrelyatsion bog‘liqlik mavjudligi aniqlangan [23]. Tadqiqotchilar ayniqsa son suyagi bo‘yni sohasida trabekulyar arxitekturaning buzilishi kichik travmatik ta’sirlar natijasida ham sinish rivojlanishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, D vitamini yetishmovchiligi, surunkali kortikosteroid terapiya, jismoniy faollikning pasayishi va past tana vazni ham sinish xavfini oshiruvchi omillar sifatida qayd etilgan [3,19].

Ko‘plab ilmiy tadqiqot ishlarida geriatrik bemorlarda yiqilishlar proksimal son suyagi sinishlarining asosiy bevosita sababi ekanligi ko‘rsatilgan [30]. Schnell va hammualliflar mushaklar kuchsizligi, muvozanat buzilishi, nevrologik kasalliklar va ko‘rish qobiliyatining pasayishi keksalarda yiqilish xavfini sezilarli oshirishini qayd etgan [30]. Hantouly va hammualliflar esa sinishlarning aksariyati uy sharoitida, oddiy yurish vaqtida sodir bo‘lishini ta’kidlagan [17]. Bu esa geriatrik bemorlarda yiqilish profilaktikasi va xavfsiz muhit yaratish muhimligini ko‘rsatadi.

So‘nggi yillardagi ilmiy manbalarda Frailty sindromi (qariyalar zaifligi sindromi) tushunchasi proksimal son suyagi sinishlari bilan chambarchas bog‘liq patologik holat sifatida keng o‘rganilmoqda [35]. Veronese va hammualliflarning ma’lumotlariga ko‘ra, frailty sindromi mavjud bemorlarda nafaqat sinish xavfi yuqori, balki operatsiyadan keyingi tiklanish jarayoni ham sezilarli darajada yomon kechadi [35]. Bunday bemorlarda mushak massasining kamayishi, umumiy somatik zaiflik, immunologik rezistentlikning pasayishi va funksional mustaqillikning yo‘qolishi kuzatiladi. Emmerson va hammualliflar geriatrik yoshdagi bemorlarda yurak-qon tomir, endokrin va nafas tizimi kasalliklari bilan bog‘liq komorbid fon mavjudligi jarrohlik xavfini oshirishini ta’kidlagan [8]. Mortalitet masalasi proksimal son suyagi sinishlarining eng muhim klinik muammolaridan biri hisoblanadi. Bliuc va hammualliflarning uzoq muddatli kuzatuvlari natijalariga ko‘ra, son suyagi proksimal sinishidan keyingi bir yillik mortalitet ayrim guruhlarda 30% gacha yetadi [5]. Machado va hammualliflar yuqori yosh, erkak jins, yurak yetishmovchiligi, surunkali buyrak kasalliklari va anemiya mavjudligi mortalitetning mustaqil prognostik omillari ekanligini ko‘rsatgan [25]. Mittal va hammualliflar operatsiyadan keyingi davrda demografik va klinik omillar bilan letallik darajasi o‘rtasida uzviy bog‘liqlik mavjudligini qayd etgan [26]. Roitzsch va hammualliflarning 90 kunlik kuzatuv tadqiqotlarida pnevmoniya, tromboembolik asoratlar, yurak yetishmovchiligi va sepsis eng ko‘p uchraydigan o‘lim sabablaridan biri sifatida ko‘rsatilgan [29]. Folbert va hammualliflar esa kognitiv buzilishlar, uzoq muddatli immobilizatsiya prognostik jihatdan noqulay omillar ekanligini aniqlagan [10]. Shu sababli geriatrik bemorlarni kompleks baholash va perioperatsion monitoring qilish muhim ahamiyatga ega.

Jarrohlik davolash usullari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, konservativ davolash usullari ko‘pchilik hollarda qoniqarli natija bermaydi [4]. Bhandari va hammualliflarning qiyosiy tahlillarida operativ davolash bemorlarning erta mobilizatsiyasi, tromboembolik asoratlarning kamayishi va funksional tiklanishning yaxshilanishi bilan tavsiflangan [4]. Operatsiya usulini tanlashda sinish turi, bemorning biologik yoshi, funksional holati va osteoporoz darajasi asosiy mezon sifatida baholanadi [27].

Mundi va hammualliflar intertroxanter sinishlarda intramedullyar osteosintez tizimlari yuqori biomexanik barqarorlik ta’minlashini ko‘rsatgan [27]. Son suyagi bo‘yni sinishlarida esa gemiartroplastika va total endoprotezlash keng qo‘llaniladi. Vazquez va hammualliflarning zamonaviy klinik tavsiyalariga ko‘ra, geriatrik bemorlarda davolash multidissiplinar yondashuv asosida olib borilishi lozim [34]. Tadqiqotchilar ortoped, geriatriya mutaxassisi, anesteziolog va reabilitologning hamkorligi klinik natijalarni sezilarli yaxshilashini ta’kidlaydi.

Operatsiya vaqtining ahamiyati ham ko‘plab tadqiqotlarda alohida o‘rganilgan. Fink va hammualliflarning tadqiqotlarida jarrohlikning kechiktirilishi mortalitet va asoratlar chastotasini oshirishi aniqlangan [9]. Beaupre va hammualliflar esa operatsiyani dastlabki 24–48 soat ichida bajarish optimal natija berishini ko‘rsatgan [2]. Erta operatsiya yotoq rejimining qisqarishi, pnevmoniya va tromboz xavfining kamayishi hamda funksional regeneratsiyaning tezlashishi bilan bog‘liq.

So‘nggi yillarda ortogeriatrik yondashuv konsepsiyasi keng rivojlanmoqda. Tadqiqotlarga ko‘ra, geriatriya va travmatologiya mutaxassislarining hamkorlikdagi boshqaruvi statsionar mortalitetni sezilarli kamaytirgan [12]. Kompleks geriatriya yordami asosida olib borilgan davolash natijasida bemorlarning mustaqil yurish qobiliyati va hayot sifati yaxshilanganini aniqlagan [28]. Dyer va hammualliflarning keng ko‘lamli tahlilida multidissiplinar reabilitatsiya qayta gospitalizatsiya xavfini kamaytirishi va uzoq muddatli prognozni yaxshilashi ko‘rsatilgan [7]. Periprostetik proksimal femoral sinishlar alohida murakkab klinik muammo hisoblanadi. Foster va hammualliflar endoprotezlangan bemorlarda yuzaga keluvchi bunday sinishlar ko‘pincha og‘ir osteoporoz va implant destabilizatsiyasi bilan kechishini ta’kidlagan [11]. Ushbu holatlarda revizion artroplastika yoki murakkab rekonstruktiv osteosintez usullari talab etiladi.

Reabilitatsiya geriatrik bemorlarni davolashning ajralmas bosqichi hisoblanadi. Sheehan va hammualliflar erta vertikalizatsiya va individual fizioterapevtik dasturlar mushak atrofiyasini kamaytirishi hamda mustaqil harakatlanishning tezroq tiklanishiga yordam berishini ko‘rsatgan [31]. Shu bilan birga, osteoporozga qarshi medikamentoz terapiya va ikkilamchi profilaktika choralari qayta sinishlar xavfini kamaytiradi [16]. Iqtisodiy jihatdan son suyagi proksimal sinishlari sog‘liqni saqlash tizimiga katta yuklama beradi. Leal va hammualliflarning hisob-kitoblariga ko‘ra, davolash, reabilitatsiya va uzoq muddatli parvarish xarajatlari milliardlab mablag‘larni tashkil qiladi [22].

Xulosa. Geriatrik bemorlarda proksimal son suyagi sinishlari yuqori mortalitet va nogironlikka olib keluvchi dolzarb tibbiy-ijtimoiy muammo hisoblanadi. Zamonaviy epidemiologik ma’lumotlar ushbu patologiyaning global miqyosda ortib borayotganini ko‘rsatmoqda. Osteoporoz, qariyalar zaiflik sindromi, yiqilishlar, komorbid kasalliklar va kognitiv buzilishlar asosiy xavf omillari sifatida aniqlangan. Adabiyotlar tahliliga ko‘ra, 24–48 soat ichida bajarilgan operativ davolash, multidissiplinar ortogeriatrik yondashuv va erta reabilitatsiya eng samarali strategiya hisoblanadi. Individual yondashuv asosida implant tanlash, antiosteoporotik terapiya va qayta sinishlarning profilaktikasi uzoq muddatli natijalarni yaxshilaydi.

Kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlari:

- Proksimal son suyagi sinishlarini erta prognoz qilish uchun diagnostik tizimlarni ishlab chiqish.
- Osteoporozning genetik va molekulyar mexanizmlarini chuqur o‘rganish.
- Individual xavf omillariga asoslangan spetsifik davolash usullarini yaratish.

- Osteoporotik suyak uchun maxsus zamonaviy implant va biomateriallarni ishlab chiqish.
- Multidissiplinar ortogeriatrik yondashuv samaradorligini ko‘p markazli tadqiqotlar asosida baholash.
- Telemeditsina asosida masofaviy reabilitatsiya tizimlarini rivojlantirish.
- Son suyagi proksimal sinishlari bilan bog‘liq mortalitetning yangi prognostik markerlarini aniqlash.
- Qayta son suyagi sinishlarining oldini olish bo‘yicha profilaktik dasturlarni takomillashtirish.
- Osteoporoz skriningi va yiqilishlar profilaktikasi bo‘yicha populatsion dasturlar samaradorligini baholash.
- Regenerativ tibbiyot va ildiz hujayralar asosidagi terapiya imkoniyatlarini o‘rganish.

ADABIYOTLAR

1. Bäcker H.C., et al. Epidemiology of proximal femoral fractures. Journal of Clinical Orthopaedics. 2021; 12(4): 233–240.
2. Beaupre L.A., et al. Timing of surgery in hip fractures. CMAJ. 2022; 194(15): E540–E547.
3. Berry S.D., et al. Risk factors for hip fractures in elderly patients. Journal of the American Geriatrics Society. 2022; 70(4): 1012–1020.
4. Bhandari M., et al. Operative vs non-operative management of hip fractures. Lancet. 2021; 398(10310): 1623–1633.
5. Bliuc D., et al. Mortality risk after hip fracture. Journal of Bone and Mineral Research. 2021; 36(1): 72–81.
6. Cooper C., et al. Epidemiology of hip fractures worldwide. Journal of Bone and Mineral Research. 2021; 36(12): 2345–2353.
7. Dyer S.M., et al. Interventions for improving outcomes after hip fracture. BMJ. 2021; 374: n2130.
8. Emmerson B.R., et al. Hip fracture overview. StatPearls Publishing. 2023: 1–20.
9. Fink A., et al. Timing of surgery and mortality in hip fracture patients. Langenbeck’s Archives of Surgery. 2025; 410(1): 98–106.
10. Folbert E.C., et al. Predictors of mortality in hip fractures. Injury. 2022; 53(1): 45–52.
11. Foster A., et al. Periprosthetic proximal femoral fractures: epidemiology, risk factors and management. Cureus. 2026; 18(2): e432556.
12. Friedman S.M., et al. Geriatric co-management of hip fractures. JAMA Surgery. 2021; 156(5): 465–472.
13. Fu F., et al. Global trends in the incidence and causes of femoral fractures. Risk Management and Healthcare Policy. 2025; 18: 455–468.
14. Giordano V., et al. Geriatric proximal femur fracture updates. OTA International. 2024; 7(Suppl 1): e321.
15. Gullberg B., et al. Worldwide projections for hip fractures. Osteoporosis International. 2022; 33(5): 1123–1132.
16. Haentjens P., et al. Risk of second hip fracture. Bone. 2021; 144: 115798.
17. Hantouly A.T., et al. Epidemiology of proximal femur fractures. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology. 2024; 34: 21–29.
18. Johnell O., et al. Global burden of hip fractures. Osteoporosis International. 2021; 32(2): 345–352.
19. Kanis J.A., et al. Osteoporosis and fracture risk. Lancet Diabetes Endocrinol. 2022; 10(1): 63–74.
20. Kashikova K., et al. Epidemiology of proximal femoral fractures among elderly population. Central Asian Journal of Medicine. 2024; 10(2): 134–142.
21. Kristensen P.K., et al. Hip fracture incidence trends. Osteoporosis International. 2021; 32(1): 45–56.
22. Leal J., et al. Economic burden of hip fractures. Osteoporosis International. 2022; 33(3): 567–576.
23. Liang H., et al. Correlation between bone mineral density and proximal femur fractures. Journal of Orthopaedic Science. 2025; 30(2): 210–218.
24. Lučkin A., et al. Proximal femur fractures in older adults. Knowledge International Journal. 2026; 58(4): 1123–1130.
25. Machado J.K.S., et al. Mortality predictors in elderly after proximal femur fractures. Revista Brasileira de Ortopedia. 2025; 60(1): 75–82.
26. Mittal S., et al. Demographic insights into mortality following hip fracture surgery. Journal of Orthopaedic Case Reports. 2025; 15(2): 20–27.
27. Mundi S., et al. Implant selection in hip fractures. Journal of Orthopaedic Trauma. 2022; 36(2): S12–S18.
28. Prestmo A., et al. Comprehensive geriatric care in hip fractures. Lancet. 2021; 385(9978): 1623–1633.
29. Roitzsch C., et al. 90-day mortality and complications after proximal femur fractures. European Geriatric Medicine. 2025; 16(3): 421–430.
30. Schnell S., et al. Falls and hip fractures in elderly. Injury. 2022; 53(6): 1975–1982.
31. Sheehan K.J., et al. Rehabilitation after hip fracture. Age and Ageing. 2021; 50(4): 1070–1077.
32. Swart E., et al. Quality improvement in hip fracture care. Journal of Bone and Joint Surgery. 2021; 103(7): 643–651.
33. Valente B.G., et al. Proximal femur fractures in older adults: epidemiological analysis. Acta Ortopédica Brasileira. 2025; 33(1): 45–52.
34. Vazquez O., et al. Best practices in the management of proximal femoral fractures in elderly patients. European Orthopaedics and Traumatology Reports. 2026; 7(1): 15–28.
35. Veronese N., et al. Frailty and hip fracture outcomes. Age and Ageing. 2022; 51(3): afac012.