

РЕНТГЕНОГРАФИЯНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ ВА ИСТИҚБОЛЛАРИ

Маматов Нарзулло Солидҷонович, "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети, Рақамли технологиялар ва сунъий интеллект кафедраси, т.ф.д., профессор

Жалелова Малика Моятдин қизи "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети, Рақамли технологиялар ва сунъий интеллект кафедраси, ассистент

Самижонов Абдурашид Нарзулло ўгли Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети, талаба

Нажмиддинов Аҳлиддин Сирожиддин ўгли "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Миллий тадқиқот университети, талаба

Аннотация. Мазкур тадқиқот иши рентгенографияни замонавий ҳолати ва келажакдаги истиқболларига бағишланган бўлиб, унда рентгенография усуллари ва қўлланилиш соҳалари таҳлил қилинган. Рентгенографик тадқиқотлар инсон ички органлари ҳамда тўқималарини кузатишда инвазив ва амалга оширишда қулай бўлгани учун кенг амалга оширилади. Шунингдек мазкур ишда рентген тасвирларини анъанавий плёнкали шаклдан рақамли шаклга ўтиш тарихи, ютуқ ва камчиликлари баён этилган. Компьютер технологиялари ва сунъий интеллект тизимлари ривожининг рентген ташхислаш усуллари келажакдаги ўрни эътироф этилган.

Калит сўзлар: тасвир, рентгенограмма, флюорография, компьютер томографияси, плёнка, рақамли тасвир, радиация, контраст модда, чизиқли томография, детектор.

Бугунги кунда рентген ташхиси инсон танаси ички тузилмаларини ўрганишни энг информатив ва аниқ усуллари сифатида қаралади. Айрим патологик жараёнлар ва бузилишларни фақат рентген текшируви ёрдамида

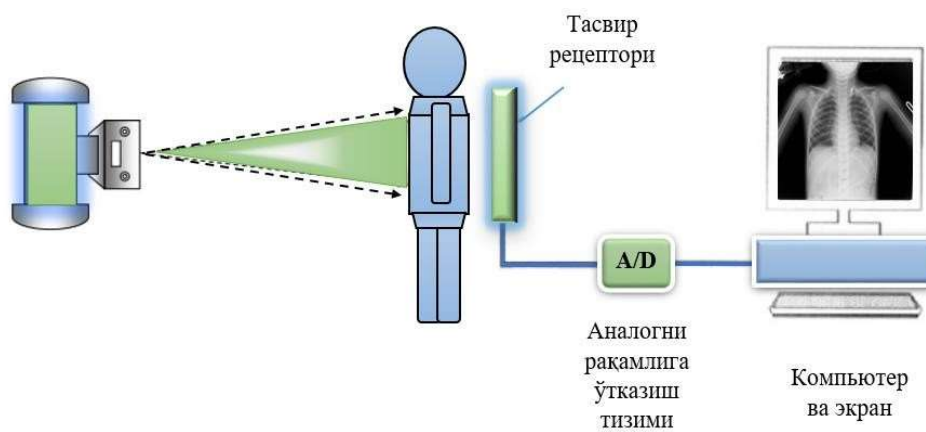
аниқлаш мумкин, бу эса баъзи клиник ҳолатларда унга эҳтиёж мавжудлигини кўрсатади.

Рентген тадқиқотлари электромагнит нурланиш асосида ишловчи махсус рентген воситалари ёрдамида амалга оширилади. Унинг мақсади ўрганилаётган ҳудуднинг функционал, анатомик ва морфологик хусусиятлари ҳақида маълумот олиш ҳисобланади. Рентгенография усули 1895 йилда немис физиги Вилгелм Рентген томонидан рентген нурини ихтиро қилганидан бери, яъни юз йилдан кўпроқ вақт давомида қўлланилмоқда. Рентген нурлари электромагнит нурланишнинг бир тури бўлиб, у танага кириб бориш ва ички тузилмалар тасвирларини яратиш қобилиятига эга бўлганлиги учун тиббий рентген тасвирларда кенг қўлланилади [1].

Рентген тасвири икки хил усулда, яъни плёнкали ва рақамли шаклда олиниши мумкин [2]. Плёнкали рентген тасвири бир нечта камчиликларига эга, хусусан, тасвирларни ишлаб чиқиш учун қоронғи хонага эҳтиёж мавжудлиги [3]. Бундан ташқари, унда кўп вақт сарфланади ва тасвирларни осон манипуляциялаш мумкин эмас. Бу эса рентген тасвирларини сақлашда рақамлаштиришни мураккаблаштиради.

Анъанавий фотокимёвий жараён асосида олинган рентген тасвирлари лазерли сканерлаш ёки телевизион тизимлар орқали конвертациялаш ёрдамида рақамли кўринишга ўтказилиши мумкин (1-расм). Бунда проекцияли кулранг график сканерлар ёки анъанавий рентген плёнкали камералардан фойдаланиш ва бу каби воситалар орқали олинган рақамли тасвирни қайта ишлаш мумкин. Бироқ, анъанавий рентгенограммаларни рақамлаштиришга асосланган тизимларни ривожланиш истиқболлари чекланган, чунки бу тизимларда рентген плёнкасида фойдаланиш (радиация детектори сифатида) куйидаги камчиликларга эга:

- рентген плёнкаси ва кимёвий реагентлар нархини қимматлиги ҳамда доимий ошиб бориши;
- рентген плёнкасини паст динамик диапазон ва нурланишни рўйхатга олиш самарадорлигини ўта пастлиги;
- плёнкали архивларни сақлашдаги мураккабликлар;
- тарқаладиган радиация сабабли рентгенографик тасвир сифатини пасайиши [4].



1-расм. Рентген тасвирни шаклланиш босқичлари [5]

Плёнкали рентгенографиянинг камчиликларини инобатга олган ҳолда, 70-йиллар бошидан рентген технологияси соҳасидаги бир қатор тадқиқотчилар плёнка ўрнини босувчи рақамли рентген воситаларини ишлаб чиқиш бўйича ўз тадқиқотларини бошладилар [6]. Рақамли рентген тасвири қулай бошқарилиши ва сақланиши мумкин бўлган юқори сифатли тасвирларни ишлаб чиқариш қобилияти сабабли кун сайин оммалашиб бормоқда. Рақамли рентген воситаси рентген нурларини олишда сенсорлардан фойдаланади [7], кейинчалик улар компьютер экранида кўриш мумкин бўлган рақамли тасвирларга ўтказилади. Айтиш патга келиб рақамли тасвирлаш ускуналарини жорий этилиши рентген ташхиси усуллари аҳамиятини янада оширди.

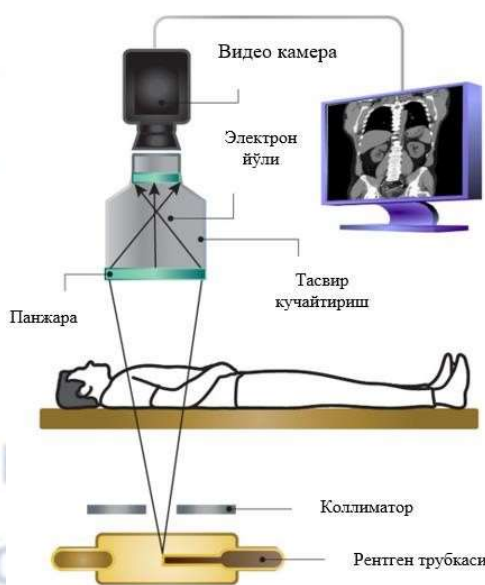
Рентгенографик усуллар орқали беморларга бирламчи ташхислар қўйилади ва улардан фойдаланмасдан касалликларга ташхис қўйишни умуман тасаввур қилиб бўлмайди. Рентгенографик усуллар инсон ички органлар тузилмаларини кўриш имконини беради ва улар ортопед-травматологлар, терапевтлар, нейрохирург ва неврологлар, жарроҳлар қабилар амалиётда инсонларда учрайдиган кўплаб касалликларни ташхислашда асосий воситалар ҳисобланади. Рентгенографик усуллар касаллик моҳиятини аниқлаш вазифаси билан бир қаторда консерватив ва жарроҳлик натижаларини баҳолаш, патологик жараённи кузатиш имконини беради [8].

Махсус тадқиқотлар ташхислашнинг турли муаммоларини ҳал қилишга имкон берувчи инвазив ёки ноинвазив бўлган кенг қўламли усулларни ўз ичига олади [9]. Инвазив, рентген нурлари назорати остида диагностика муолажаларини ўтказиш учун асбобларни (радиopak катетерлар, эндоскоплар) турли бўшлиқларга (овқат ҳазм қилиш канали, томирлар)

киритиш билан боғлиқ. Инвазив бўлмаган усуллар асбобларни киритишни ўз ичига олмайди.

Замонавий рентген ташхиси чизикли ва спиралли томография, флюорография, рентгенография, рентгеноскопия, мультиспиралли компьютер томографияси, контрастли рентгенография ва бошқа тадқиқот усулларини ўз ичига олади.

Рентген флюорографияси - бу кўкрак қафаси органлари патологияларини аниқлашга имкон берувчи тадқиқот усули бўлиб, флюороскопик ускуна схемаси қуйидаги расмда келтирилган.



2-расм. Флюорография [10]

Дастлабки флюорографик усуллар тўлиқ ўлчамли рентген тасвирини люминесцент экрандан фотографик плёнкага тасвирга олишга асосланган. Плёнка форматига кўра, аналог флюорографик кичик, ўрта ва рамкали (100x1000мм) бўлиши мумкин. Замонавий тиббиётда кўпроқ маълумот берувчи катта рамкали флюорография ёки рақамли флюорография оммавий профилактик тадқиқотлар учун, асосан кўкрак қафаси органларини текширишда кенг қўлланилмоқда [11].

Чизикли томография қатламма-қатлам текширувини ўз ичига олади. Махсус технологиялар органни маълум бир чуқурликда визуализациялаш имконини беради. Чизикли томография остеоартикуляр аппаратлар, кўкрак қафаси органлари кабиларни ташхислашда қўлланилади.

Панорамик сканерлаш - бу темпорал суяклар, юқори бўйин умуртқалари, дентофасиал тизим кабиларни ташхислашда қўлланиладиган катламма-қатлам тадқиқот усулидир.

Рентген компьютер томографияси (КТ) рентген текширувини энг замонавий усулларидан бири ҳисобланади [12]. Ушбу тадқиқот усулидан фойдаланиш орқали мутахассис турли орган ва тўқималарни, уларни ички тузилишини кўриш имкониятига эга бўлади.

Спиралли томография турли текисликларда маълумотларни қайта тиклаш орқали органлар тасвирларини уч ўлчамли форматда кўриш имконини Радионуклид диагностикаси бемор танасига илгари киритилган махсус препаратлардан нурланишни қайд этиш ва ўлчашни ўз ичига олади. Ушбу усул анатомик ва динамик ўзгаришларни баҳолаш, хужайра ва молекуляр даражадаги бузилишлар ва патологияларни аниқлаш имконини беради. У универсал деб ҳисобланади ва турли соҳаларда кенг қўлланилади [13-15].

Позитрон эмиссия томографияси (ПЭТ) - бу компьютер томографиясидан фойдаланадиган рентген текшируви усули бўлиб, ташхис вақтида турли тизимларда метаболизм интенсификациясини баҳолаш имконини беради.

Контрастли рентген диагностикаси - контраст моддаларини танага киритиш орқали сунъий контрастдан фойдаланишга асосланган бўлиб, сунъий контраст гастроэнтерология, кардиология, ангиология, пульмонология, урология ва гинекологияда кенг қўлланилади [16].

Юқорида санаб ўтилган рентген текшируви усуллари беморга тегишли бўлган ёш гуруҳи, шубҳали ёки узоқ вақт ташхис қўйилган касаллик, танани айрим индивидуал хусусиятлари ва бошқа мезонларни инобатга олган ҳолда танланади. Ташхислашнинг турли усуллари комбинацияси патологияни энг тўлиқ ва аниқ клиник ҳолатини кўриш, бемор касалликларини асосий муаммоси ва сабабини аниқлаш ҳамда касаллик ривожланишини дастлабки босқичида ҳам касаллик белгиларини аниқлаш имконини беради.

Рентген тадқиқот усуллари нафақат касал беморлар ҳолатини олдини олиш ва назорат қилиш мақсадида, балки даволаниш жараёнида беморни кузатиш усули сифатида ҳам қўлланилиши мумкин:

- рентген воситаси нафақат репродуктив тизим органларини текшириш, балки лапароскопия ва эндоскопик манипуляцияни амалга ошириш учун гинекологияда;
- қон кетишини тўхтатишда қон томирларини эмболизациялаш учун

жарроҳликда (умумий ва фавқулодда);

- лапароскопик ва эндоскопик манипуляциялар биргаликда урологияда;

- онкологияда жарроҳлик ёки муолажалар жараёнида қон кетишини тўхтатишни амалга оширишда;

- КББ (клапанларнинг бронхооблокаси) амалиётида ва суяк тузилмаларини ўрганишда қўлланиш мумкин.

Юқорида санаб ўтилган соҳаларда фойдаланишдан ташқари рентген тадқиқотлари усуллари қўллашни бошқа кўплаб соҳалари мавжуд, яъни:

- пульмонология (бронхография билан);
- ортопедия;
- гастроэнтерология (ошқозон-ичак тракти органларини контрастли тадқиқотларида);

- ангиопульмонография (КТ усули ёрдамида рентген текширувида);
- травматология (зарарланган тўқималарни шошилишч тавшхислашда);

- кардиология.

Бугунги кунда юқорида санаб ўтилган соҳаларда кенг қўлланилаётган компьютер технологиялари рентген ташхиси имкониятларини кенгайтиришга хизмат қилмоқда ва шу асосда тиббий тасвирларни кўп ўлчовли тасвирларга ўтказиш имконини бермоқда. Жумладан, бундай имконият тиббиёт мутахассисларига Янги Зеландиянинг "Mars Bioimaging" стартапи асосида ишлаб чиқилган 3D рангли рентген технологияси орқали тақдим этилган. Текширув натижасида ихтиро нафақат рангли тасвир, балки танани текширилган қисмини батафсил виртуал 3D моделини шакллантиради, бу эса ранг ва деталлар бўйича мутахассисларга нафақат суякларни, балки инсонни бошқа тўқима ва органларини ҳам текшириш имконини беради. Ушбу технологиядан фойдаланишда рентген нурлари инсон танаси бўйлаб тарқалганда, турли тўқималардан ўтувчи нурлар орасидаги фарқлар текширалаётган тана қисмини батафсил 3D тасвирини яратади. Классик рентген технологиялардан фарқли ўлароқ ушбу янги технология зичликка эмас, балким ўтаётган моддалар таркибига эътибор қаратади. Шунинг учун тўқималарни, ҳатто улар бир хил зичликда бўлса ҳам, фарқлаш имконини беради.

3D технологиянинг дастлабки натижаларидан баъзилари синиш ва имплант ўрнатишни бошдан кечирган беморни қўл тасвири бўлган ва олинган

сканерлар имплантни инсон танасида қанчалик муваффақиятли бажарилганлигини кузатишни тامينлайди. Мазкур синовлар 3D технологияни келажакдаги тиббий кўриклар учун қанчалик муҳимлигини яна бир бор тасдиқлайди. Уларни ёрдами билан тадқиқот янада қулай, тезроқ ва кўпроқ маълумотга эга бўлади [17]. Бироқ, шу ўринда рентген тадқиқотларини асосий афзалликлари ва камчиликларини келтириб ўтиш жоиз. Рентген тадқиқот усулларини асосий афзалликлари яхши сифатли визуализация ва махсус технологиялар сабабли юқори маълумот таркиби, шунингдек, зарур маълумотларни тезкор олиш қобилияти ҳисобланади. Бироқ, кўплаб афзалликларга эга бўлишига қарамай, рентген ташхиси тўқималарга салбий таъсир кўрсатувчи ион нурланишдан фойдаланганлиги учун тўлиқ хавфсиз эмас. Бу рентген текшируви зарурлигини фақат муҳим бўлганда амалга ошириш зарурлигини билдиради. Бундан ташқари, процедура давомида ҳимоя тартиб-қоидаларига қатъий риоя қилиш, шунингдек бемор ва тиббиёт ходимлари танасига радиация таъсирини минималлаштириш учун муайян шарт-шароитларни ташкил этиш шарт.

Айни пайтдаги компьютер технологиялари ва сунъий интеллект тизимлари ривожини рентген ташхислаш усуллари келажакдаги белгилаб беради. Бунда рентген ташхислаш тизимлари келажакдаги шакллантириш учун бир нечта йўналишларни алоҳида кўрсатиш лозим:

- Тасвир сифатини ошириш. Янги тасвирлаш техникаси ва алгоритмларитасвир аниқлиги, контрасти ва равшанилигини оширади, бу эса аниқроқ ташхис қўйиш ва муҳим анормалликларни аниқлаш имконини беради;
- Сунъий интеллект (СИ) интеграцияси. СИ билан ишлайдиган алгоритмлар рентген тизимлари келажакда муҳим аҳамиятга эгадир. Машинали ва чуқур ўқитишга асосланган усуллар тасвирларни автоматик таҳлил қилиш имконини беради ва рентгенологларга ташхислашда ёрдам беради;
- Дозани оптималлаштириш. Тасвир сифатини бузмаган ҳолда радиация дозасини камайтиришга имкон қадар ҳаракат қилинади ва бунинг натижасида беморга бўладиган хавф нисбатан камаяди.
- Портатив тизимлар ривожини. Ушбу ихчам тизимлар илғор тасвирлаш технологияси, симсиз уланиш ва электрон соғлиқни сақлаш тизимлари билан узлуксиз интеграцияга эга бўлиб, тезда тасвирни олиш, шарҳлаш ва маслаҳат беришни соддалаштиришга имкон беради.

Ҳозирги кунда рақамли рентгенография тизимларидан фақатгина юқорида келтирилган тиббий диагностикаларда эмас, балким саноат нуқсонларини аниқлаш ҳамда йўловчи ва юк ташиш хавфсизлигини таъминлашда багаж, қўл юки ва муҳрланган контейнер кабиларни текширишда ҳам фойдаланилмоқда.

Хулоса

Мазкур мақолада рентгенографик тадқиқотларни бугунги кундаги аҳамияти ва келажакдаги истиқболлари батафсил ёритилди. Шунингдек, рентген тасвирларни анъанавий ва рақамли шакллари ҳақида маълумотлар келтирилди. Бунда анъанавий рентген тасвирларига ишлов беришда кўп вақт сарфланиши ва ортиқча ҳаражатларни талаб қилиши рақамли тасвирларга бўлган эҳтиёжларни ортишига сабаб бўлган. Шунинг учун ҳозирги кунда кўплаб тиббиёт муассасаларда рақамли рентген тасвирлардан фойдаланилади. Чунки, рақамли тасвирларни қайта ишлаш қулай ва компьютер хотирасини тежашда ҳам самарали ҳисобланади.

Рентген тадқиқот усуллари инсонларда патологик бузилишларни аниқлашда ёрдам беради ва шунинг учун уларни қўлланиш соҳалари кенг. Рентген тадқиқотларини тиббиёт соҳасидаги истиқболлари ва ютуқлари шифокорларга ташхисларни янада аниқ қўйиш, тезроқ даволаниш қарорларини қабул қилиш ва бемор хавфсизлигини таъминлашга қаратилган мисли қўрилмаган тенгсиз имкониятларни яратиб бериши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Takele Teshome Somano. The Electromagnetic Wave Application of X-Ray in Medical Treatment. American Journal of Physics and Applications. Vol. 10, No.4, 2022, pp. 62-68. doi: 10.11648/j.ajpa.20221004.12
2. Ou, Xiangyu & Chen, Xue & Xu, Xianning & Xie, Lili & Chen, Xiaofeng & Hong, Zhongzhu & Bai, Hua & Liu, Xiaowang & Chen, Qiushui & Li, Lin & Yang, Huanghao. (2021). Recent Development in X-Ray Imaging Technology: Future and Challenges. Research. 2021. 1-18. 10.34133/2021/9892152.
3. International Atomic Energy Agency, Worldwide Implementation of Digital Imaging in Radiology, IAEA Human Health Series No. 28, IAEA, Vienna (2015).
4. Лебедев М. Б., Сидуленко Олег Анатольевич, Удод Виктор

Анатольевич Анализ современного состояния и развития систем цифровой рентгенографии // Известия ТПУ. 2008. №2S.

5. Yaffe, Martin & Rowlands, John. (1997). X-ray detectors for digital radiography. *Physics in medicine and biology*. 42. 1-39. 10.1088/0031-9155/42/1/001.

6. А.И. Мазуров. Эволюция приемников рентгеновских изображений // *Медицинская техника*, 2004, № 5. - С. 34-37

7. Chavarria, Mario & Huser, Matthias & Blanc, Sebastien & Monnin, Pascal & Schmid, Jerome & Chênes, Christophe & Assassi, Lazhari & Blanchard, Hubert & Sahli, Romain & Thiran, Jean-Philippe & Salathé, René & Schöenberger, Klaus. (2022). X-ray imaging detector for radiological applications adapted to the context and requirements of low- and middle-income countries. *The Review of scientific instruments*. 10.1063/5.0077985.

8. Крадинов А. И. Как рентген изменил мир (к 125 - летию со дня открытия рентгеновских лучей) // *ТМБВ*. 2020. №4.

9. De Marco G, Simons J, Forsberg L, et al What makes a medical intervention invasive? *Journal of Medical Ethics* Published Online First: 18 September 2023. doi: 10.1136/jme-2023-109301

10. Safura Jocar, Saeedeh Khazaei, Hossein Behnammanesh, Mafalda Laranjo, Davood Beiki, Maria Filomena Botelho, Chapter 5 - X-ray-based cancer diagnosis and treatment methods, Editor(s): Mona Khafaji, Omid Bavi, *Electromagnetic Waves-Based Cancer Diagnosis and Therapy*, Academic Press, 2023, Pages 239-294. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99628-0.00001-0>.

11. Черняев А.П., Волков Д.В., Лыкова Е.Н. Физические методы визуализации в медицинской диагностике: Учеб. пособие — М.: ООП физического факультета МГУ, 2019. — 112 с. — (Серия «Библиотека медицинского физика»)

12. Петровичев В.С., Мелехов А.В., Сайфуллин М.А. и др. Компьютерная томография при коронавирусной инфекции: дифференциальный диагноз на клинических примерах. *Архив внутренней медицины*. 2020; 10(5): 357-371. doi: 10.20514/2226-6704-2020-10-5-357-371.

13. Станжевский А.А., Майстренко Д.Н., Важенина Д.А., Сысоев Д.С., Водоватов А.В., Чипига Л.А., Рыжов С.А., Петрякова А.В. Методы дозиметрического планирования в радионуклидной терапии. Часть 2: уровни планирования. *Лучевая диагностика и терапия*. 2022;13(4):16-26. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-4-16-26>

14. Попова Н.С., Крживицкий П.И., Новиков С.Н., Данилов В.В., Валитова А.А., Брянцева Ж.В., Чёрная А.В., Криворотько П.В., Табагуа Т.Т., Артемьева А.С., Яганова Т.С. Радионуклидная диагностика рака молочной железы: опыт ФГБУ "НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова" Минздрава России. Медицинская визуализация. 2023;27(1):35-45. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1157>
15. Долгушин М.Б. Метастазы в головном мозге. Диагностическая нейрорадиология / М.Б. Долгушин, В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин. – М., 2017. – 576с.
16. Чёрная А. В., Дышлюк Т. Л., Ульянова Р. Х., Шевкунов Л. Н., Рогачев М. В., Данилов В. В., Тятков С. А., Новиков С. Н., Зайцев А. Н., Шевченко Е.Ю., Брезгина Е. А., Гридасов В. В. Возможности томосинтеза в клинической практике: учебное пособие для обучающихся в системе высшего и дополнительного профессионального образования. – СПб.: ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, 2020. – 104 с.
17. Mamo NB, Adamiak M, Kunwar A. 3D printed biomedical devices and their applications: A review on state-of-the-art technologies, existing challenges, and future perspectives. J Mech Behav Biomed Mater. 2023 Jul;143:105930. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.105930. Epub 2023 May 27. PMID: 37267735.