

**РЕНТГЕНОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В СТОМАТОЛОГІЇ:
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВІДБОРУ ПАЦІЄНТІВ
І ОБМЕЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ**

*Навчально-методичний посібник
для лікарів-інтернів
за спеціальністю "Стоматологія"
та лікарів-стоматологів*

**Міністерство охорони здоров'я України
Харківський національний медичний університет**

**РЕНТГЕНОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В СТОМАТОЛОГІЇ:
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВІДБОРУ ПАЦІЄНТІВ
І ОБМЕЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ**

***Навчально-методичний посібник
для лікарів-інтернів за спеціальністю "Стоматологія"
та лікарів-стоматологів***

**Харків
ХНМУ
2020**

УДК 616.31-073.75(075.8)

Р39

Затверджено Вченою радою ХНМУ.

Протокол № 7 від 31.08.2020

Авторський колектив:

Соколова І. І., Удовиченко Н. М., Герман С. І.,

Томіліна Т. В., Хлистун Н. В.

Рецензенти:

Ніконов А. Ю. – д-р мед. наук, проф. (ХМАПО).

Клітинська О. В. – д-р мед. наук, проф. (ДВНЗ "Ужгородський національний університет")

Р39 Рентгенографічні дослідження в стоматології : рекомендації для відбору пацієнтів і обмеження радіаційного впливу : навч.-метод. посібник для лікарів-інтернів за спец. "Стоматологія" та лікарів-стоматологів / І. І. Соколова, Н. М. Удовиченко, С. І. Герман та ін. – Харків : ХНМУ, 2020. – 64 с.

У навчально-методичному посібнику висвітлено рекомендації щодо відбору пацієнтів для проведення рентгенологічних досліджень і обмеження радіаційного впливу. Рентгенографія може допомогти лікарю-стоматологу оцінити і точно діагностувати багато захворювань ротової порожнини та щелепно-лицевої ділянки. Однак стоматолог повинен зважити всі переваги при застосуванні рентгенографії для діагностики стоматологічної патології та ризики піддавання пацієнта опромінюванню, наслідки яких накопичуються з різних джерел з плином часу. Стоматолог, який знає історію хвороби та може оцінити усі ризики розвитку захворювань ротової порожнини, знаходиться у кращому становищі щодо прийняття цього рішення в інтересах кожного пацієнта. З цієї причини рекомендації покликані служити як ресурс для лікаря, а не як стандарт обслуговування, вимог або постанов.

У теперішній час вже накопичено достатній практичний досвід використання комп'ютерної томографії в стоматології. Перевага цього методу радіодіагностики порівняно з іншими очевидна.

Призначено для лікарів-інтернів за спеціальністю "Стоматологія" та лікарів-стоматологів.

УДК 616.31-073.75 (075.8)

© Харківський національний
медичний університет, 2020

© Соколова І. І., Удовиченко Н. М.,
Герман С. І., Томіліна Т. В.,
Олейнічук В. В., Хлистун Н. Л., 2020

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНИ

Калібрування – встановлення відповідності дозових величин, отриманих за допомогою засобів вимірювальної техніки, величинам вимірювання від еталонного ДІВ.

Рентгенівська діагностика – отримання зображення окремого органа чи тканини в двох чи трьох вимірах, що включає загальну радіографію, скопію, комп'ютерну томографію, конусно-променеву комп'ютерну томографію, мамографію, томосинтез, дентальну радіографію (інтраоральну, конусно-променеву, панорамну) та променеву денситометрію (подвійна енергія вимірювання поглиненого рентгенівського випромінювання).

Стохастичні ефекти – ефекти радіаційного впливу, імовірність виникнення яких існує при будь-яких дозах іонізуючого випромінювання і зростає із збільшенням дози, тоді як відносна їх тяжкість виявлень від дози опромінення не залежить. До стохастичних ефектів належать злоякісні новоутворення (соматичні стохастичні ефекти) та генетичні зміни, що передаються нащадкам (спадкові ефекти).

STS (sliding thin slab, iSTS-MPR) – змінна товщина шару.

ДІВ – джерело іонізуючого випромінювання.

ДС – динамічне спотворення.

ІРЗ – інтраоральна (внутрішньоротова) рентгенограма зуба.

КПКТ – конусно-променева комп'ютерна томографія.

КТ – комп'ютерна томографія.

МРТ – магнітно-резонансна томографія.

МСКТ – мультиспіральна комп'ютерна томографія.

СКТ – спіральна комп'ютерна томографія.

СНЩС – скронево-нижньощелепний суглоб.

Інші терміни вживаються у значеннях, наведених у законах України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", "Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії", "Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання", "Вимогах до системи управління якістю проведення діагностичних та терапевтичних процедур з використанням джерел іонізуючого випромінювання", затверджених наказом Держатомрегулювання від 03.10.2008 № 166, зареєстрованих у Мініюсті України 29.10.2008 за № 1054/15745.

ЗМІСТ

Список скорочень та терміни	3
Зміст	4
Вступ	5
Критерії відбору пацієнтів	5
Рекомендації для призначення стоматологічної рентгенографії	9
Пояснення рекомендацій для призначення стоматологічної рентгенографії	10
Первинний пацієнт з захворюванням порожнини рота	10
Постійний пацієнт з клінічним каріесом або підвищеним ризиком виникнення карієсу	13
Постійний пацієнт (дорослий без зубів)	14
Постійний пацієнт без клінічного карієсу або підвищеного ризиків виникнення карієсу	14
Постійний пацієнт з пародонтозом	15
Пацієнт (первинний або постійний) з метою контролю щелепно- лицьового росту та розвитку та/або оцінки стоматологічних/ске- летних відносин.	16
Пацієнт з іншими захворюваннями	16
Обмеження опромінення	17
Вибір рецептора	17
Тримачі рецепторів	18
Колімація	18
Робоча напруга та тривалість опромінення	19
Екранування пацієнта і розміщення	19
Захист оператора	20
Ручні рентгенографічні апарати	20
Експозиція фотоплівки і обробка	21
Гарантія якості	21
Технічні графіки/протоколи	23
Попередження про радіаційні ризики	23
Навчання та підвищення кваліфікації	23
Конуснопроменева комп'ютерна томографія (КПКТ)	24
Особливості сканування	26
Програмне забезпечення та віртуальні інструменти КТ	29
Побудова панорамної реконструкції зубних рядів	42
Принципи КТ-візуалізації в стоматології	47
Висновки	56
Ліцензійні тестові завдання Крок-3. Стоматологія (2017 рік, осінь)	26
Контрольні питання	61
Література	62

ВСТУП

Стоматологи прагнуть забезпечити найвищу якість кваліфікованої медичної допомоги і використовують сучасні наукові досягнення та новітні технології діагностики і лікування для поліпшення стану ротової порожнини у кожного із своїх пацієнтів.

Рентгенографія може допомогти лікарю-стоматологу оцінити і точно діагностувати багато захворювань ротової порожнини та щелепно-лицевої ділянки. Однак стоматолог повинен зважити всі переваги при застосуванні рентгенографії для діагностики стоматологічної патології та ризику піддавання пацієнта опромінюванню, наслідки яких накопичуються з різних джерел з плином часу. Стоматолог, який знає історію хвороби і вразливість пацієнта до хвороб ротової порожнини, знаходиться в кращому становищі щодо прийняття цього рішення в інтересах кожного пацієнта. З цієї причини рекомендації покликані служити як ресурс для лікаря, а не як стандарт обслуговування, вимог або постанов.

Ці рекомендації не замінюють клінічного обстеження та історії хвороби. Стоматологи проводять клінічне обстеження, розглядають ознаки і симптоми захворювання, історію хвороби пацієнта та ін., а також враховують вразливість пацієнта до факторів навколишнього середовища, які можуть вплинути на здоров'я ротової порожнини. Ця діагностична і оцінна інформація може визначити тип рентгенографії або частоту її використання. Стоматологи повинні направляти на рентгенографію лише тоді, коли вони вважають, що додаткова діагностична інформація вплине на постановку остаточного діагнозу та лікування пацієнта.

Виходячи з цього ці керівні принципи можуть використовуватися стоматологами для оптимізації лікування пацієнтів, зниження впливу радіації і відповідального розподілення ресурсів охорони здоров'я.

КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ПАЦІЄНТІВ

Рентгенографія та інші методи променевої діагностики, які використовуються для діагностики і моніторингу захворювань ротової порожнини, а також моніторингу зубощелепного розвитку і прогресу або терапії. Радіографічні дослідження можуть здійснюватися за допомогою цифрових зображень або звичайної плівки. Наявні докази свідчать про те, що це відповідний метод діагностики. Цифрова рентгенографія може запропонувати зменшені дози опромінення і переваги аналізу зображення, що може підвищити чутливість і зменшити похибку, що виникає в результаті суб'єктивного аналізу.

Основний вибір критеріїв клінічної оцінки безсимптомних пацієнтів у поєднанні з вибраною прицільною рентгенографією для симптоматичних пацієнтів може призвести до 43 % зменшення кількості знімків без клінічного збільшення частоти недіагностованої хвороби. Розвиток і прог-

рес багатьох хвороб ротової порожнини пов'язані з віком пацієнта, стадією розвитку зуба і уразливістю до відомих факторів ризику. Саме тому клінічні принципи у *табл. 1* представлені у вигляді загальноклінічних факторів, котрі можуть визначити тип(и) рентгенографії, які зазвичай потрібні. Керівні принципи припускають, що можуть бути отримані діагностично-адекватні рентгенографії. Якщо ні, то повинні бути використані відповідні методи після розгляду відносного ризику і користі для пацієнта.

Таблиця 1

Тип	Вік пацієнта та стадія розвитку зубів				
	Дитина з молочним прикусом (до прорізування першого постійного зуба)	Дитина зі зміним прикусом (після прорізування першого постійного зуба)	Підліток з постійним прикусом (до прорізування третіх молярів)	Дорослий з зубами або частковою відсутністю зубів	Дорослий без зубів
Первинний пацієнт* , який обстежується на наявність захворювань порожнини рота	Індивідуальне рентгенографічне дослідження, що складається з обраних періапикальних/оклюзійних знімків і/або прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги, якщо проксимальні поверхні не можуть бути візуалізовані або досліджені. Пацієнтам без ознак хвороби і з відкритими проксимальними контактами може не знадобитися рентгенографічне дослідження в цей час	Індивідуальне рентгенографічне дослідження, що складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги з панорамним дослідженням або прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги та обраних періапикальних знімків	Індивідуальне рентгенографічне дослідження, що складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги та обраних періапикальних знімків. Повна внутрішньоротова рентгенографія є переважною, коли у пацієнта наявні клінічні ознаки генералізованої хвороби ротової порожнини або історія тривалого лікування у стоматолога		Індивідуальне рентгенографічне дослідження, яке базується на клінічних ознаках і симптомах
Постійний пацієнт* з клінічним карієсом або підвищеним ризиком розвитку карієсу**	Прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалами в 6–12 міс, якщо проксимальні поверхні не можуть бути досліджені візуально або за допомогою зонда			Прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалами в 6–18 міс	Не застосовується
Постійний пацієнт* без клінічного карієсу або підвищеного ризику карієсу**	Прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалами в 12–24 міс, якщо проксимальні поверхні не можуть бути досліджені візуально або за допомогою зонда		Прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалами в 18–36 міс	Прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалами в 24–36 міс	Не застосовується
Постійний пацієнт* з хворобами пародонту	Клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки пародонтозу. Вона може включати (але не обмежуватися) прикусну рентгенографію та/або періапикальні знімки з місць, де захворювання тканин пародонту (крім неспецифічного гнігвіту) може бути клінічно доведено				Не застосовується
Пацієнт (первинний або постійний) для моніторингу щелепнолицьового росту і розвитку та/або оцінки стоматологічних/скелетних відносин	Клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або моніторингу щелепнолицьового росту і розвитку або оцінки стоматологічних/скелетних відносин		Клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або	Зазвичай не призначається для моніторингу щелепнолицьового росту і розвитку. Клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки стоматологічних/ске-	

		моніторингу щелепно-лицьового росту і розвитку або оцінки стоматологічних/скелетних відносин. Панорамне і періапикальне дослідження для оцінки розвитку третіх молярів	летних відносин
Пацієнт з іншими обставинами, включаючи, але не обмежуючись, пропонованими або існуючими імплантатами, іншими стоматологічними та черепно-лицьовими станами, загальнозміцнюючими/ендодонтичними потребами, лікуванням хвороб пародонту і ремінералізацією карієсу	Клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або моніторингу цих обставин		

* Клінічні ситуації, для яких рентгенологічні дослідження можуть бути призначені, включають, але не обмежуються:

А. Позитивні історичні висновки:

1. Попереднє лікування хвороб тканин пародонту або ендодонтії.
2. Історія болю або травми.
3. Історія зубних аномалій однієї сім'ї.
4. Післяопераційна оцінка загоєння.
5. Моніторинг ремінералізації.
6. Наявність імплантатів, попередніх імплантатів, пов'язаних з патологічним станом або оцінка для імплантації.

Б. Позитивні клінічні ознаки/симптоми:

1. Клінічні ознаки хвороб тканин пародонту.
2. Повна реставрація.
3. Глибокі каріозні ураження.
4. Неправильно розташовані або клінічно ретиновані зуби.
5. Набряк.
6. Докази стоматологічних/лицьових травм.
7. Рухливість зубів.
8. Нориця.
9. Клінічно запідозрений патологічний стан нориці.
10. Аномалії росту.
11. Участь ротової порожнини у відомих або підозрюваних системних захворюваннях.
12. Позитивні неврологічні симптоми в голові і шиї.
13. Докази сторонніх предметів.
14. Біль і/або дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба.
15. Асиметрія обличчя.
16. Опорні зуби для незнімних або частково-знімних протезів.

17. Незрозумілі кровотечі.
18. Незрозуміла чутливість зубів.
19. Незвичайне прорізування зубів, відстань або міграція зубів.
20. Незвичайна морфологія зубів, кальциноз або колір.
21. Нез'ясовна відсутність зубів.
22. Клінічні ерозії зуба.
23. Періімплантит.

**** Фактори збільшення ризику карієсу можуть бути оцінені за допомогою Форми оцінки розвитку карієсу Американської стоматологічної асоціації (0–6 років та доросліше 6 років).**

По горизонтальній осі таблиці показані вікові категорії пацієнтів, кожна зі своєю звичайною стадією розвитку зубів: дитина з молочним прикусом (до прорізування першого постійного зуба), дитина зі змінним прикусом (після прорізування першого постійного зуба), підліток з постійними прикусом (до прорізування третіх молярів), дорослий з зубами або частковою відсутністю зубів і дорослий без зубів.

По вертикальній осі класифікований тип прийомів зубощелепної системи ("Первинний пацієнт" та "Постійний пацієнт") разом з клінічними обставинами і захворюваннями ротової порожнини, які можуть бути присутніми при такому прийомі. Категорія "Первинний пацієнт" відноситься до пацієнтів, які є новими для стоматолога, і тому оцінюються стоматологом на наявність захворювань ротової порожнини та стан розвитку зубів. Як правило, такий пацієнт отримує комплексну оцінку, або (в деяких випадках), обмежену оцінку для конкретної проблеми. Категорії "Постійний пацієнт" описують пацієнтів, які проходили нещодавно комплексне обстеження і оцінку у стоматолога і, як правило, повертаються як пацієнти для періодичної оцінки або для лікування. Однак у випадку "Постійний пацієнт" можуть також повернутися для обмеженої оцінки конкретної проблеми, повної і детальної оцінки конкретної проблеми або комплексної оцінки.

Обидві категорії позначені однією зірочкою і відповідають виносці, яка знаходиться під таблицею; виноска складають список "Позитивні історичні висновки" і "Позитивні клінічні ознаки/симптоми", за яким може бути зазначена рентгенографія. Списки не включають у себе все, вони пропонують лікарям подальші вказівки щодо уточнення його або її конкретного рішення у будь-якому випадку.

Клінічні обставини і захворювання ротової порожнини, які представлені у видах прийомів, включають в себе клінічний карієс або підвищений ризик карієсу, відсутність клінічного карієсу або підвищеного ризику розвитку карієсу, хвороб пародонту або історію лікування хвороб пародонту, оцінку росту і розвитку та інші обставини. Приклади "інших обставин" – це існуючі імплантати, інші стоматологічні та черепно-лицьові патологічні процеси, ендодонтичні/ортопедичні вимоги і ремінералізація карієсу. Ці приклади не є вичерпним переліком обставин, за яких рентгенографія або інші дослідження можуть бути доцільними.

Категорії "Клінічний карієс або підвищений ризик карієсу" та "Відсутність клінічного карієсу або підвищеного ризику карієсу" позначені двома зірочками і відповідають виносці, яка знаходиться нижче таблиці; виноска містить посилання на Форми оцінки розвитку карієсу Американської стоматологічної асоціації (0–6 років та доросліше 6 років). Слід зазначити, що статус ризику пацієнта може змінюватися з плином часу і повинен періодично переоцінюватися.

Розроблені наступні рекомендації, які можуть застосовуватися до всіх категорій. Внутрішньоротова рентгенографія є корисною для оцінки зубощелепної травми. Якщо сфера інтересів виходить за межі зубощелепного комплексу, то може бути потрібна позаротова діагностика. Слід ретельно вивчити всі рентгенографічні знімки на будь-які ознаки карієсу, втрати кісткової маси при захворюваннях пародонту, вад розвитку та окулярної хвороби.

Радіографічний скринінг з метою виявлення захворювання до клінічного обстеження не повинен проводитися. Ретельне клінічне обстеження, розгляд історії хвороби пацієнта, аналіз попередньої рентгенографії, оцінки ризику розвитку карієсу і розгляд як загального, так і стоматологічного здоров'я пацієнта повинні передувати рентгенологічному дослідженню.

В практичній стоматології пацієнти часто звертаються за допомогою на регулярній основі, зокрема, тому, що хвороби ротової порожнини можуть розвиватися за відсутністю клінічних симптомів. Оскільки спроби визначити конкретні критерії, які дозволять точно прогнозувати високу ймовірність знаходження міжзубних каріозних уражень, не увінчалися успіхом, для фізичних осіб, безумовно, в першу чергу слід рекомендувати графіки проходження рентгенографії для виявлення карієсу. Кожен графік надає широкий спектр рекомендованих інтервалів, які витікають із результатів досліджень в цій ділянці, за якими міжзубний карієс проходить через зубну емаль. Рекомендації також будуть змінені критеріями, які ставлять індивіда у групу підвищеного ризику розвитку карієсу. Професійне судження повинно використовуватися для визначення оптимального часу для проведення рентгенологічного обстеження у запропонований інтервал.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРИЗНАЧЕННЯ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ РЕНТГЕНОГРАФІЇ

Ці рекомендації підлягають клінічному оцінюванню і можуть не застосовуватись до кожного пацієнта. Вони повинні використовуватися стоматологами тільки після розгляду історії хвороби пацієнта та завершення клінічного обстеження. Хоча променеве навантаження при стоматологічних рентгенографіях є низьким, але рішення зробити рентгенографію є обов'язком стоматолога дотримуватися принципу мінімального практично прийняттого ризику, щоб мінімізувати вплив на пацієнта.

Пояснення рекомендацій

для призначення стоматологічної рентгенографії

Ці пояснення уявляють із себе обґрунтування кожної рекомендації за типом, віком пацієнта та стадією розвитку зубів.

Первинний пацієнт, який обстежується на наявність захворювань ротової порожнини

Дитина (молочний прикус)

Проксимальні каріозні ураження можуть розвинутися через міжзубний простір між молочними жувальними зубами дистального відділу зубної дуги. Відкритий контакт з основним зубним рядом дозволить лікарю візуально оглянути проксимальні дистальні зубні дуги. Закриті проксимальні контакти потребують рентгенографічної оцінки для виявлення прихованих каріозних порожнин. Факти, однак, свідчать, що багато з цих уражень залишається в емалі протягом не менше 12 міс або більше залежно від впливу фтору, який забезпечує достатньо часу для реалізації та оцінки профілактичних заходів. Періапікальні/передні оклюзійні обстеження можуть бути показані через необхідність оцінки розвитку зубів, травми альвеолярного відростка або імовірних патологічних процесів. Прикусні та періапікальні рентгенографії можуть знадобитися для оцінки патологічних станів пульпи в тимчасових (молочних) молярах.

Таким чином, рекомендується індивідуальне рентгенографічне дослідження, що складається з обраних періапікальних/оклюзійних знімків і/або прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги, якщо проксимальні поверхні не можуть бути відображені або досліджені. Пацієнтам без ознак хвороби і з відкритими проксимальними контактами може не знадобитися рентгенологічне дослідження в цей час.

Дитина (змінний прикус)

У цілому захворювання на карієс молочних зубів у дітей від 2–11 років знизилося з початку 1970-х до середини 1990-х років. За даними обстеження стану здоров'я, є невелике, але значне збільшення первинного карієсу. Ця зміна відбулася для маленьких дітей. Карієс вражає більше однієї чверті дітей у віці 2–5 років і половину з них у віці 12–15 років, однак його поширеність є не рівномірною. Близько половини всіх дітей і дві третини підлітків віком 12–19 років з малозабезпечених сімей хворіли на карієс.

Діти і підлітки з малозабезпечених сімей не лікують карієс, тому важливо враховувати фактори дитячого ризику захворювання на карієс перш ніж назначати рентгенографію. Однак хвороби пародонту рідко зустрічаються в цій віковій групі, але є клінічні ознаки (за винятком неспецифічного гінгівіту); обрані періапікальні і прикусні рентгенографії вказуються для визначення ступеня агресивності хвороб пародонту та ступеня кісткової деструкції, пов'язаних з порушенням обміну речовин.

Періапикальне, або панорамне дослідження є корисним для оцінки розвитку зубів. Панорамна рентгенографія також є корисною для оцінки черепно-лицьової травми. Внутрішньоротові рентгенограми є більш точними, ніж панорамні для оцінки травми зубощелепного апарату, форми коренів зуба, коренів в стадії розсмоктування і поліпатологічних станів. Однак панорамні дослідження можуть мати перевагу при зменшеній дозі опромінення, вартості і зображення більшої площі.

Окклюзійні рентгенографії можуть бути використані окремо або в поєднанні з панорамною рентгенографією в наступних ситуаціях:

1) незадовільні зображення панорамної рентгенографії через аномальні різці; 2) локалізація положення зуба; 3) коли клінічні підстави передбачають, що існує обґрунтована наявність виникнення патологічного стану.

Таким чином, рекомендується індивідуальне рентгенологічне дослідження, що складається з прикусної рентгенографії дистального відділу зубної дуги з панорамним дослідженням або прикусної рентгенографії дистального відділу зубної дуги та обраних періапикальних знімків.

Підліток (постійний прикус)

Наявність карієсу постійних зубів знизилася серед підлітків, у той час як поширеність стоматологічних пломб значно збільшилася. Проте цю вікову групу можна охарактеризувати підвищенням самостійності і соціалізації, зміною структури харчування і зниженням уваги до щоденної гігієни ротової порожнини. Кожен з цих чинників може призвести до збільшення ризику розвитку карієсу. Ще один розгляд, хоча і незвичайний, про збільшення поширеності захворювань пародонту, яке зустрічається в цій віковій групі порівняно з дітьми.

Панорамна рентгенографія ефективна в дентальній діагностиці та плануванні лікування. Зокрема, стан розвитку зубів може бути оцінений за допомогою панорамної рентгенографії. Окклюзійні та/або періапикальні рентгенографії можуть бути використані для визначення положення ретинованого або зайвого зуба. Треті моляри також повинні бути оцінені у цій віковій групі за їх присутністю, положенням і стадією розвитку.

Таким чином, рекомендується індивідуальне рентгенологічне дослідження, що складається з прикусної рентгенографії дистального відділу зубної дуги з панорамним дослідженням або прикусної рентгенографії дистального відділу зубної дуги та обраних періапикальних знімків. Повна внутрішньоротова рентгенографія є переважною, коли у пацієнта є клінічні ознаки генералізованої хвороби ротової порожнини або історія тривалого лікування у стоматолога.

Дорослий (з зубами або частковою відсутністю зубів)

За даними обстеження стану здоров'я ризик розвитку карієсу серед дорослого населення існує постійно. Отже, важливо оцінити проксимальний рівень каріозних уражень у первинного дорослого пацієнта. Крім того, важливо обстежити пацієнта на рецидивуючий карієс.

Захворюваність на карієс кореня зуба збільшується з віком, хоча прикусна рентгенографія, яка є додатковим способом виявлення карієсу кореня зуба на підставі клінічного обстеження, може допомогти у виявленні карієсу кореня зуба у проксимальних ділянках.

Хвороби пародонту збільшуються з віком. Хоча дорослі пацієнти можуть не мати симптомів активного захворювання тканин пародонту, важливо провести попередній огляд на хвороби пародонту та/або лікування. Таким чином, високий відсоток дорослих може потребувати проведення деяких внутрішньоротових рентгенографій для визначення поточного стану хвороби.

Під час проходження прикусної рентгенографії *дистального відділу* зубної дуги первинними дорослими пацієнтами було виявлено, що зменшилась кількість рентгенологічних знахідок та діагностична потужність панорамної рентгенографії. Крім того, наступні клінічні показники панорамної рентгенографії були названі кращими предикторами для корисної діагностичної потужності: підозра на періапикальні патологічні стани зубів, наявність зубів, що частково прорізалися, карієс, набряк і імовірний ретинований зуб.

Таким чином, рекомендується індивідуальне рентгенологічне дослідження, що складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги з панорамним дослідженням або прикусної рентгенографії та обраних періапикальних знімків. Повна внутрішньоротова рентгенографія є переважною, коли у пацієнта є клінічні ознаки генералізованої хвороби ротової порожнини або історія тривалого лікування у стоматолога.

Дорослі (без зубів)

Клінічні та рентгенологічні обстеження пацієнтів з відсутністю зубів, як правило, проводяться під час оцінки потреби в протезах. Найчастіше виявляють патологічні умови ретинованих зубів і коренів з і без супутніх захворювань. Інші (менш поширені захворювання) також можуть бути виявлені: спікул вздовж альвеолярного відростка, залишкова кіста або інфекція, аномалії розвитку щелеп, внутрішньокісткові пухлини і системні умови, які впливають на метаболізм кісткової тканини.

Первісні рекомендації для цієї групи закликали до проходження повного внутрішньоротового рентгенологічного дослідження або панорамного огляду первинного дорослого пацієнта без зубів. По-перше, ця рекомендація була зроблена, бо обстеження пацієнтів без зубів, як правило, проводяться під час оцінки потреби в протезах. По-друге, ця первісна рекомендація для пацієнтів без зубів збільшує ризик виникнення захворювань порожнини рота.

Крім того, рентгенографічні обстеження виявляють анатомічну оцінку, яка могла б вплинути на протетичне лікування, таке, як розташування нижньощелепного каналу, положення підборідного отвору і гайморової пазухи, і відносна товщина м'яких тканин, що покривають відросток

без зуба. Проте у дослідженнях результатів лікування існує мало доказів підтримки рентгенографії для нових пацієнтів без зубів. Наприклад, в одному дослідженні повідомлялося, що менше 4 % від таких висновків призвели до модифікації лікування до виготовлення протеза, а інші не показали ніякої різниці в скаргах пацієнтів після встановлення протеза, які не проходили попередню рентгенографію.

Ця група дійшла висновку, що призначення проходження рентгенографії є доцільним в рамках первісної оцінки ділянок без зубів для можливого протезування. Повна внутрішньоротова серія періапікальної рентгенографії або поєднання панорамної, оклюзійної або іншої позаротової рентгенографії можуть бути використані для досягнення діагностичних і лікувальних цілей. Зокрема, з можливістю імплантації для пацієнтів без зубів рентгенографія може бути важливою підмогою під час діагностики, прогнозування та визначення складності лікування.

Таким чином, рекомендується індивідуальне рентгенографічне дослідження, що ґрунтується на клінічних ознаках, симптомах і планах лікування.

Постійний пацієнт з клінічними карієсом або підвищеним ризиком виникнення карієсу

Дитина (молочний та змінний прикус) і підліток (постійний прикус)

Клінічною ознакою карієсу зубів може бути наявність проксимальних каріозних уражень, які можуть бути виявлені тільки за допомогою рентгенографічного дослідження. Крім того, пацієнти, які мають підвищений ризик розвитку карієсу за таких факторів, як погана гігієна ротової порожнини, висока частота впливу продуктів, які містять сахарозу, і дефіцит фтору (див. форми оцінки розвитку карієсу у дітей 0–6 років та доросліше 6 років), більш схильні мати проксимальні каріозні ураження.

Прикусна рентгенографія є найбільш ефективним методом для виявлення проксимальних уражень. Частота рентгенографічних досліджень повинна визначатися на основі оцінки ризику розвитку карієсу. Слід зазначити, що стан ризику розвитку карієсу у пацієнта може змінитися з плином часу і що інтервали проходження рентгенографічних досліджень можуть бути відповідно змінені.

Таким чином, рекомендується прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалом в 6–12 міс, якщо проксимальні поверхні не можуть бути досліджені візуально або за допомогою зонда.

Дорослий (з зубами або частковою відсутністю зубів)

Дорослі, які мають клінічний карієс або інші фактори підвищеного ризику, повинні бути ретельно перевірені на будь-які нові або рецидивуючі ураження, що можуть бути виявлені тільки шляхом рентгенографічного дослідження. Частота рентгенографічних досліджень повинна визначатися на основі оцінки ризику розвитку карієсу. Слід зазначити, що стан

ризик розвитку карієсу у пацієнта може змінитися з плином часу і що інтервали проходження рентгенографічних досліджень можуть бути відповідно змінені.

Таким чином, рекомендується прикусна рентгенографія дистальної зубної дуги з інтервалом в 6–18 міс.

Постійний пацієнт (без зубів)

Дослідження, в якому оцінювали проходження рентгенографії постійних пацієнтів без зубів, показали, що раніше виявлені випадкові ураження не прогресують і що ніякого втручання не відзначалося. Дані свідчать, що пацієнти, які постійно доглядають за зубами, не мають нових уражень, які потребують лікування.

Обстеження на приховані захворювання в цій групі не можуть бути підтверджені на основі поширеності, захворюваності, смертності, дози опромінення та вартості.

Таким чином, не рекомендується рентгенографічне дослідження без ознак захворювань.

Постійний пацієнт без клінічного карієсу або підвищеного ризику виникнення карієсу

Дитина (молочний та змінний прикус)

Незважаючи на загальний спад у стоматологічній активності карієсу, останні дані показують, що підгрупи дітей мають вищий ризик розвитку карієсу, ніж населення в цілому. Ідентифікувати пацієнтів у цих підгрупах може бути важко в індивідуальному порядку. Для дітей, які проходили дослідження без проявів клінічної карієсу та яких не відносили до групи підвищеного ризику розвитку карієсу, оцінка проксимальних поверхонь за допомогою рентгенографічного дослідження все ще залишається важливою. Прогресування каріозного процесу через зовнішню половину емалі молочних зубів може зайняти приблизно один рік, а ще близько року через внутрішню половину. З урахуванням швидкості прогресування каріозних уражень в молочних зубах для цієї групи є доцільним часовий інтервал радіографічного контролю від одного до двох років. Поширеність некаріозних уражень була збільшена на етапі перехідного періоду прорізування зубів. Тому можна очікувати, що діти, які знаходяться під постійним професійним доглядом, мають більш низький ризик розвитку карієсу. Незважаючи на це зуби, які нещодавно прорізулися, піддаються небезпеці розвитку карієсу.

Таким чином, рекомендується рентгенографічне дослідження, яке складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги з інтервалом в 12–24 міс, якщо проксимальні поверхні не можуть бути досліджені візуально або за допомогою зонда.

Підліток (постійний прикус)

Підліткам з постійним прикусом, які не мають факторів розвитку клінічного карієсу зубів, необхідно ретельно відстежувати розвиток проксимальних каріозних уражень, які можуть бути виявлені тільки за допомогою рентгенографічного дослідження. Прогресування каріозного процесу через емаль в середньому займає більш трьох років. Однак доказано, що емаль постійних зубів, які прорізаються, і молодих постійних зубів більш схильна піддаватися каріозному ураженню.

Таким чином, рекомендується рентгенографічне дослідження, яке складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги з інтервалом в 18–36 міс.

Дорослий (з зубами або частковою відсутністю зубів)

Дорослі пацієнти з зубами, які постійно відвідують стоматолога та не мають ознак захворювань порожнини рота, мають низький ризик захворювання на карієс. Проте слід враховувати той факт, що ризик захворювання на карієс може змінюватися з часом, оскільки змінюються фактори ризику. Похилий вік та зміни в дієті, історії хвороби і стану пародонту можуть збільшити ризик виникнення карієсу.

Таким чином, рекомендується рентгенографічне дослідження, яке складається з прикусної рентгенографії дистальної зубної дуги з інтервалом в 24–36 міс.

Постійний пацієнт з пародонтозом

Дитина (молочний та змінний прикус), підліток (постійний прикус) та дорослий (з зубами або частковою відсутністю зубів)

Рішення щодо проходження рентгенографічного дослідження пацієнтів, які мають клінічні докази або історію захворювання на пародонтоз/лікування, повинні бути визначені на основі цієї важливої діагностичної і прогностичної інформації. Структури або умови, що підлягають оцінці, повинні включати рівень підтримки альвеолярного відростка, стан міжзубного кісткового гребеня, довжину і форму коренів, втрату кісткової тканини в зонах розходження і наявність зубного каменя. Частота і тип рентгенографічних досліджень для таких пацієнтів повинні визначатися на підставі клінічного обстеження пародонтозу і документованих ознак і симптомів пародонтозу. Порядок виписування напрямку на проходження рентгенографії для подальшого/постійного пацієнта з пародонтозом буде використовуватися для деяких внутрішньоротових досліджень для перевірки клінічних даних про пацієнта.

Таким чином, рекомендується клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки пародонтозу. Вона може включати, але не обмежуватися прикусною рентгенографією та/або періапикальними знімками з місць, де пародонтоз (крім неспецифічного гінгівіту) може бути клінічно доведений.

Пацієнт (первинний або постійний) з метою контролю щелепно-лицьового росту та розвитку та/або оцінки стоматологічних/скелетних відносин

Дитина (молочний та змінний прикус)

Для дітей з молочним прикусом до прорізування першого постійного зуба навряд чи рентгенографічне дослідження дасть продуктивну інформацію щодо оцінки росту і розвитку при відсутності клінічних ознак або симптомів. Будь-які аномалії росту й розвитку повинні бути рентгенографічно досліджені на індивідуальній основі. Після прорізування першого постійного зуба дитина може проходити рентгенографічне дослідження для оцінки росту і розвитку. Це дослідження не повинно повторюватися, якщо немає будь-яких клінічних ознак або симптомів. Цефалометрична рентгенографія може бути корисна для оцінки росту та/або зубних і скелетних відносин.

Таким чином, рекомендується клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або моніторингу щелепно-лицьового росту і розвитку або оцінки стоматологічних/скелетних відносин.

Підліток (постійний прикус)

У підлітковому віці часто виникає необхідність оцінки стану росту та/або зубних і скелетних відносин в цілях діагностики і лікування неправильного прикусу. Відповідна рентгенографічна оцінка прикусу має визначатися на індивідуальній основі.

Додатковий інтерес до зростання і розвитку пацієнтів цієї вікової групи дозволяє визначити наявність, стан і розвиток третіх молярів. Це визначення може бути зроблено шляхом використання обраних періапикальних знімків або панорамного знімку, коли пацієнт перебуває в пізньому підлітковому віці (від 16 до 19 років).

Таким чином, рекомендується клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або моніторингу щелепно-лицьового росту і розвитку або оцінки стоматологічних/скелетних відносин. Панорамне і періапикальне дослідження може використовуватися для оцінки розвитку третіх молярів.

Дорослі (з зубами, частково без зубів або без зубів)

За відсутністю будь-яких клінічних ознак або симптомів, які вимагають порушення росту й розвитку у дорослих, рентгенографічне дослідження не проводиться для цієї мети.

Таким чином, за відсутністю будь-яких клінічних ознак або симптомів рентгенографічне дослідження не рекомендується.

Пацієнт з іншими захворюваннями (включаючи, але не обмежуючись, пропонованими або існуючими імплантатами, іншими стоматологічними та черепно-лицьовими патологічними станами, загальнозміцню-

ючими/ендодонтичними потребами, лікуванням пародонтозу і ремінералізацією карієсу).

Всі категорії пацієнтів

Використання візуалізації як діагностичного та оцінного інструмента, давно вийшло за рамки потреби діагностувати карієс і оцінювати стан пародонту. Розширені технології в галузі обробки зображень тепер використовуються для діагностування інших щелепно-лицьових клінічних станів та оцінки варіантів лікування. Прикладами інших клінічних ситуацій є використання візуалізації для планування, розміщення і оцінки імплантації, моніторинг розвитку карієсу і ремінералізації, оцінка реставраційних та ендодонтичних потреб, діагностика м'яких і твердих тканин патологічних станів.

Таким чином, рекомендується клінічна оцінка з приводу необхідності та типів рентгенографічних зображень для оцінки та/або моніторингу цих обставин.

ОБМЕЖЕННЯ ОПРОМІНЕННЯ

Рентгенографічний знімок – це приблизно 2,5 % ефективної дози, отриманої від медичних рентгенографії і флюороскопії. Хоча опромінення від рентгенографічного знімку є низьким, але при рішенні зробити рентгенографію обов'язком стоматолога є дотримання принципу ALARA (принцип мінімального практично прийнятного ризику), щоб мінімізувати вплив на пацієнта. Приклади належної рентгенографічної практики включають використання найшвидшого приймання зображення, сумісного з діагностичною задачею (F-швидкісна плівка або цифрова):

- ✓ колімації променя з розміром приймального пристрою, коли це можливо;
- ✓ правильна засвітка фотоматеріалу і методи обробки;
- ✓ використання захисних накидок і комірців для щитовидної залози, при необхідності;
- ✓ обмеження кількості отриманих зображень до мінімально необхідних для отримання потрібної діагностичної інформації.

ВИБІР РЕЦЕПТОРА

Швидкостями плівки, доступної для стоматологічної рентгенографії, є D-швидкість, E-швидкість і F-швидкість, де D-швидкість є найповільнішою, а F-швидкість є найшвидшою. Використання F-швидкості плівки може зменшити вплив від 20 до 50 % порівняно з використанням E-швидкості без шкоди для якості діагностики.

Експозиція позаротової плівки, такої, як панорамна рентгенографія, вимагає підсилюючого екрану, щоб звести опромінення пацієнтів до мінімуму. Підсилюючий екран складається з шарів кристалів люмінофора, які флуоресціюють при впливі радіації. Крім падаючого випромінювання на плівку, остання піддається, насамперед, світлу, що випромінюється від

підсилюючого екрану. Попередні покоління підсилюючих екранів мали люмінофори, такі, як вольфрамат кальцію. Однак підсилюючі екрани на основі рідкоземельних металів не рекомендується, оскільки вони знижують опромінення пацієнта на 50 % порівняно з екранами з вольфрамат кальцієм. Плівкові системи на основі рідкоземельних металів, що в поєднанні з високошвидкісною плівкою 400 і вище, можна використовувати для панорамних знімків. Попереднє панорамне обладнання може бути модернізоване, щоб зменшити радіоактивне опромінення та використати високошвидкісні системи на основі рідкоземельних металів.

Цифрове зображення дає змогу ще більше знизити дозу опромінення – від 40 до 60 %. В цифровій рентгенографії існує три типи рецепторів, які займають місце звичайних плівок: прилад із зарядовим зв'язком (ПЗЗ), комплементарний метал-оксид-напівпровідник (КМОН) і пластини з фотостимулюючим люмінофором (ФСЛ). Системи, які використовують ПЗЗ і КМОН, а також твердотілі детектори називаються "прямими". Коли ці датчики отримують енергію від променя рентгенівського випромінювання, чіп ПЗС або КМОП посиляє сигнал на комп'ютер і зображення з'являється на моніторі протягом декількох секунд. Системи, які використовують пластини з ФСЛ називаються "непрямими". Коли ці пластини опромінюють, приховане зображення зберігається на них. Пластини потім відскановуються, і сканер передає зображення на комп'ютер.

ТРИМАЧІ РЕЦЕПТОРІВ

Тримачі, які вирівнюють рецептори саме з пучком паралельних променів, рекомендуються для періапикальних знімків і рентгенографічних досліджень. Термічно стерильні або одноразові внутрішньоротові тримачі рекомендуються для оптимального контролю інфекції. Стоматологи не повинні тримати тримач приймального пристрою під час експозиції. При надзвичайних обставинах, в яких член родини пацієнта (або інший піклувальник) повинен тримати тримач під час експозиції, має вдягнути відповідне екранування.

КОЛІМАЦІЯ

Колімація обмежує кількість радіації, як первинної, так і розсіяної, якій пацієнт піддається. Додатковою перевагою прямокутних колімацій є поліпшення контрастності в результаті зменшення запотівання, викликаного вторинним і розсіяним випромінюванням. Промінь не повинен перевищувати мінімального необхідного покриття, і кожен розмір променя повинен бути колімований, так що він не перевищує рецептор більш ніж на 2 % відстані від джерела до рецептора. Оскільки прямокутний коліматор зменшує дозу випромінювання в п'ять разів у порівнянні з круговим, радіографічне обладнання повинне забезпечувати прямокутні колімації для впливу на періапикальні знімки і дослідження. Використання пристрою, утримуючого рецептор, знижує ризик конусного врубів (без впливу

частини рецептора зображення внаслідок неправильного прикусу під час проходження рентгенівського променю). Індикаторний пристрій повинен бути відкритим і мати металеві підкладки для обмеження первинного променю і зменшення обсягу тканин, що піддалися дії радіації. Використання відстані від джерела до шкіри в 40 см, а не короткої в 20 см зменшує експозицію від 10 до 25 %. Відстань між 20 і 40 см не підходить, але більш довгі відстані є оптимальними.

РОБОЧА НАПРУГА ТА ТРИВАЛІСТЬ ОПРОМІНЕННЯ

Робоча напруга стоматологічних рентгенографічних апаратів впливає на дозу опромінення та розсіювання випромінювання. Більш низькі напруги виробляють більш високу контрастність зображення і більш високі вхідні шкірні дози, а також глибоко проникаючі шкірні дози і рівні зворотного розсіювання випромінювання. Однак більш високі напруги забезпечують більш низьку контрастність зображення, що дозволяє краще розрізняти об'єкти з різною щільністю. Таким чином, у діагностичних цілях рентгенографія повинна використовуватися для визначення вибору установки кіловольт. Установка вище 90 кВ(п) буде збільшувати дозу на пацієнта і не повинна бути використана. Оптимальною робочою напругою стоматологічних рентгенографічних апаратів є 60–70 кВп.

Безплівкова технологія є набагато більш поблажливою до частоті перетримки в результаті непотрібного опромінення. На рентгенустановці таймер витримки необхідно встановити на найнижче значення, забезпечуючи зображення якості діагностики. Якщо таймер є в наявності, оператор завжди повинен підтвердити, що опромінення потрапляє в індекс експозиції виробника. Пластини повинні бути оцінені принаймні щомісяця і почищені у міру необхідності.

ЕКРАНУВАННЯ ПАЦІЄНТА І РОЗМІЩЕННЯ

Кількість розсіяної радіації, яка вражає черевну порожнину пацієнта під час правильно проведеного рентгенологічного дослідження, незначна. Щитовидна залоза більш чутлива до впливу радіації під час стоматологічних рентгенографічних іспитів з урахуванням її анатомічного розташування, особливо у дітей. Захисні комірці для щитовидної залози і колімації істотно зменшують вплив радіації на щитовидну залозу під час стоматологічних рентгенографічних процедур, тому всі запобіжні заходи повинні бути прийняті, щоб мінімізувати радіоактивне опромінення; захисні комірці для щитовидної залози слід використовувати, коли це можливо. Якщо всі рекомендації щодо обмеження радіаційного впливу застосовуються на практиці, то поглинена гонадна доза іонізуючого випромінювання не зробить істотного впливу. Таким чином, застосування екранування черевної порожнини може бути непотрібним.

Захисні накидки і комірці для щитовидної залози повинні бути вишені чи розкладені в один ряд і не складені, та повинні бути дотримані

всі інструкції виробника. Усі захисні екрани повинні щомісяця перевірятися на наявність пошкоджень (наприклад, тріщин, згинів і надломів), використовуючи візуальний і ручний огляд.

Достатні знання про розміщення пацієнта необхідні для забезпечення панорамної рентгенографії гарної якості.

ЗАХИСТ ОПЕРАТОРА

Хоча стоматологи отримують менший вплив іонізуючої радіації, ніж інші працівники охорони здоров'я, все одно необхідні заходи для захисту оператора, щоб звести цей вплив до мінімуму. Ці заходи включають в себе реалізацію програми радіаційного захисту, меж професійного опромінення, рекомендації щодо індивідуальних дозиметрів і застосування бар'єрного екранування. Максимальна допустима річна доза іонізуючого випромінювання для медичних працівників складає 50 мілізіверт (мЗв), а гранично допустимі дози складають 10 мЗв помножені на вік людини в роках. Індивідуальні дозиметри повинні використовуватися працівниками, які можуть отримати річну дозу більше 1 мЗв для контролю рівня їх впливу. Вагітному стоматологічному персоналу, який працює з таким обладнанням, слід використовувати індивідуальні дозиметри, незалежно від очікуваних рівнів впливу.

Операторам такого обладнання слід використовувати бар'єрний захист, коли це можливо, і в ідеалі бар'єри повинні мати вікна із свинцевого скла, що дозволяє оператору бачити пацієнта під час опромінення. Якщо екранування неможливо, оператор повинен стояти не менше ніж за два метри від трубки, і не на шляху первинного променя. Державні установи радіаційного контролю можуть допомогти оцінити, наскільки бар'єри відповідають мінімальним стандартам.

РУЧНІ РЕНТГЕНОГРАФІЧНІ АПАРАТИ

Ручні рентгенографічні апарати або на батарейках доступні для внутрішньоротових рентгенографічних досліджень. Ручний експонуючий пристрій активується за допомогою тригера на ручці пристрою. Однак дозиметричні дослідження показують, що ці пристрої мають більший радіаційний ризик для пацієнта або оператора, ніж стандартні стоматологічні рентгенографічні апарати. Додатковий радіаційний захист є необхідним, коли пристрій використовується відповідно до інструкцій виробника, а саме: 1) тримати пристрій на висоті середини тулуба; 2) правильно орієнтувати захисне кільце по відношенню до оператора; 3) тримати конус так близько до обличчя пацієнта, наскільки можливо. Якщо ручний апарат експлуатується без захисного кільця, то оператору рекомендується надіти свинцеву накидку.

Всі оператори, які мають ручні апарати, повинні бути проінструктовані про їх правильне зберігання. Через портативність цих пристроїв, вони повинні бути захищені належним чином, навіть коли не використовуються, для запобігання випадковому пошкодженню, крадіжці або кори-

стуванню недосвідченим користувачем. Ручні апарати повинні зберігатися в шафах, які замикаються, в закритих приміщеннях або в заблокованих робочих зонах, коли вони не знаходяться під безпосереднім наглядом уповноваженої особи. Апарати зі знімними батарейками повинні зберігатися без батарейок. Список осіб, які мають доступ та користуються пільгами, повинен бути підготовленим і залишатися актуальним.

ЕКСПОЗИЦІЯ ФОТОПЛІВКИ І ОБРОБКА

Усі плівки повинні бути оброблені згідно з рекомендаціями виробника. Після цього оператор може регулювати струм електронної лампи і час, а також встановити техніку, яка буде забезпечувати стоматологічну рентгенографію якості діагностики. Погана техніка обробки, в тому числі нечіткість, є найчастішим результатом не до кінця проявленої плівки, що змушує оператора збільшувати дозу, в результаті чого пацієнт і персонал піддаються непотрібному опроміненню.

Захисний світлофільтр не робить вплив абсолютно безпечним на невизначений період часу. Плівка для позаротових досліджень набагато чутливіша до запітніння. Тривалість часу, протягом якої плівка може бути піддана захисному світлофільтру, повинна бути визначена для конкретного захисного світлофільтру і комбінованої плівки.

ГАРАНТІЯ ЯКОСТІ

Протоколи забезпечення якості для рентгенографічного апарату, візуалізації рецепторів, обробки плівки, фотолабораторії і екранування пацієнта повинні бути розроблені і впроваджені для кожного стоматологічного лікувально-профілактичного закладу. Усі процедури, що забезпечують якість, в тому числі періоди, процедури, результати та коригувальні дії, повинні бути задокументовані. Кваліфікований спеціаліст повинен обстежувати всі рентгенографічні апарати на їх розміщення та повторно обстежувати обладнання через кожні чотири роки або після будь-яких змін, які можуть вплинути на опромінення оператора та ін. Проявочна машина повинна бути оцінена на початковій установці і кожного наступного місяця. Хімічну обробку слід оцінювати щодня, а кожен тип плівки – щомісяця або при відкритті нової коробки чи пакету з плівкою. Екранування живота і комірці для щитовидної залози повинні перевірятися щомісячно візуально на наявність складок або злипання, які можуть мати проміжки в їх цілісності. Пошкоджене екранування живота і комірці слід замінити. У *табл. 2* наведені конкретні методи процедури забезпечення якості, які охоплюють огляд не тільки самого рентгенографічного апарату, але і пристроїв прийому зображень, фотолабораторії та екранування черевної порожнини і комірці.

Таблиця 2

**Процедури з забезпечення якості
для оцінки рентгенологічного обладнання**
(для отримання конкретних правил див. державні нормативні документи)

Обладнання	Частота	Метод
Рентгенівський апарат	Під час установки. Через регулярні проміжки часу, рекомендовані державними нормативними документами. Кожен раз, коли є які-небудь зміни в установці навантаження або умовах експлуатації	Огляд кваліфікованого спеціаліста (як зазначено в державних нормативних документах і рекомендаціях виробників)
Проявочна машина	Під час установки. Щодня	Метод 1: Сенситометрія і денситометрія Сенситометрія використовується для експонування плівки та надання їй стандартної обробки. Оброблена плівка буде мати певний образ оптичних щільностей. Щільність вимірюється за допомогою денситометра. Вимірювання денситометра порівнюється зі щільністю експонованих плівок і оброблених в ідеальних умовах. Зміна значень денситометра вказує на проблему з часом розвитку, температурою або проявником. <i>Переваги:</i> точність, швидкість. <i>Недоліки:</i> вартість додаткового обладнання Метод 2: Плівка-приклад Експонована і оброблена плівка в ідеальних умовах буде прикріплена до кута поля зору як плівка-приклад. Наступні плівки порівнюються з плівкою-прикладом. <i>Переваги:</i> вартість, ефективність. <i>Недоліки:</i> менш чутлива
Пристрої прийому зображень	Щомісяця. З кожною новою партією плівки	Метод 1: Сенситометрія і денситометрія (описано вище) Метод 2: Плівка-приклад (описано вище)
Посилюючий екран і позаротові касети	Кожні шість місяців	Візуальний огляд чистоти касети. Огляд посилюючого екрану на наявність подряпин. Розвиток неекспонованої плівки, яка була в касеті під впливом звичайного освітлення протягом однієї години або більше
Чистота фотолабораторії	Під час установки. Щомісяця. Після зміни фільтра або лампи освітлення	У той час, як у фотолабораторії знаходиться захисний світлофільтр, металевий предмет (наприклад, монетку) поміщають на розгорнуту плівку на строк, еквівалентний часу, який потрібен для звичайної процедури в фотолабораторії. Розробка плівки. Виявлення об'єкту вказує на проблему з захисним світлофільтром або «втечею» світла у фотолабораторії
Екранування черевної порожнини та щитовидної залози	Щомісяця (візуальний та ручний огляд)	Усі захисні екрани повинні щомісяця перевірятися на наявність пошкоджень (наприклад, тріщин, згинів і надломів), використовуючи візуальний і ручний огляд. Якщо є підозра на дефект у поглинаючому матеріалі, то рентгенографічне дослідження і рентгеноскопичний огляд можуть проводитися як альтернатива видаленому елементу з експлуатації. Має бути приділена увага мінімізації впливу опромінення на інспекторів завдяки мінімізації непотрібної рентгеноскопії

Доза, яку отримує пацієнт при стоматологічних дослідженнях

	Природне тло (1-й день)	Прицільний знімок (плівка)	Прицільний знімок (цифровий)	Панорама (плівка)	Панорама (цифрова)	Спіральний КТ	Конусно-променевий КТ
ДОЗА*	6.6 μ Sv	10 μ Sv	5 μ Sv	26 μ Sv	15 μ Sv	500–1000 μ Sv	25–50 μ Sv
Коефіцієнт**	1	1,5	0,75	3,93	2,27	75–151	3,78–7,58

*Примітка: цілковито безпечною для людського тіла є доза рентгенівського опромінення, яка не більше, ніж у 4 рази перевищує природне тло

**Має різне значення залежно від ділянки і часу сканування

Важливо, щоб довідник оператора для всіх апаратів був легко доступний для користувача і щоб обладнання експлуатувалося і обслуговувалося відповідно до інструкцій виробника, включаючи будь-які відповідні коригування для оптимізації дози і якості зображення.

ТЕХНІЧНІ ГРАФІКИ/ПРОТОКОЛИ

Технічні графіки/протоколи з запропонованими параметрами важливі для того, щоб вплив випромінювання був оптимальний для всіх пацієнтів. Їх слід використовувати для всіх систем з регульованими параметрами, такими, як потенційний та наявний струм електронної лампи, і час або імпульси. Метою використання графіків є контроль кількості радіації для пацієнта і рецепторів. Технічні графіки викладаються в таблиці, які вказують відповідні параметри рентгенографічного апарату для конкретної анатомічної зони, що будуть забезпечувати найменшу кількість опромінення, щоб виробляти стабільно якісні рентгенографічні знімки.

У технічних графіках для внутрішньоротової і позаротової рентгенографії повинні бути вказані вид дослідження та розмір пацієнта (маленький, середній, великий) для дорослих та дітей. Швидкість використання плівки або цифрового приймального пристрою повинні бути перераховані за технічним графіком, який повинен бути розміщений поруч з панеллю управління, де техніка настраюється для кожного апарату. Графік, який регулярно оновлюється, повинен бути розроблений для кожного рентгенівського апарату. Графіки також повинні бути оновлені при використанні іншої плівки або датчика, нового блоку або нових екранів.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ ПРО РАДІАЦІЙНІ РИЗИКИ

Стоматологи повинні бути готові до обговорення переваг і ризиків рентгенографічного дослідження зі своїми пацієнтами, щоб допомогти відповісти на питання пацієнта та батьків про радіаційну безпеку.

НАВЧАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ

Там, де це дозволено законом, допоміжний стоматологічний персонал може проводити внутрішньоротові і позаротові дослідження. Персонал, який має проводити рентгенографію, повинен отримати відповідну освіту. Практикуючі стоматологи повинні бути в курсі стосовно безпеки і наявності нового обладнання, сировини, матеріалів і технік, які могли б ще

більше поліпшити діагностичні можливості рентгенографії і знизити її ризик. Безкоштовні навчальні матеріали доступні для обмеження впливу радіації в стоматологічній рентгенографії завдяки Міжнародному агентству з атомної енергії.

КОНУСНО-ПРОМЕНЕВА КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ

Із впровадженням в практику різних високих технологій розвивались і інтроскопічні методи дослідження в медицині. Справжній переворот у світогляді викликала поява комп'ютерної томографії (КТ). Перший комп'ютерний томограф був випробуваний у 1974 р. Згодом його творці, інженери Кормак і Хаунсвільд, отримали за цей винахід Нобелівську премію, а комп'ютерна томографія стала одним з найбільш затребуваних методів променевої діагностики.

У чому ж перевага комп'ютерної томографії порівняно з іншими методами радіодіагностики? Насамперед у тому, що при стандартній рентгенографії або, наприклад, панорамній томографії в підсумку отримується єдине площинне та сумаційне зображення об'єкту, а при КТ-дослідженні повністю сканується тривимірний об'єкт. Будь-який звичайний знімок робиться в реальному режимі часу і в подальшому залишається статичним плоским зображенням. Його можна розглядати на негатоскопі або в програмі візіографа, але подивитись об'єкт під іншим кутом або в іншій проекції вже неможливо – для цього треба робити новий знімок.

На протипагу цьому при комп'ютерній томографії відновлена в пам'яті комп'ютера трьохвимірна модель являє собою точну копію всієї сканованої ділянки, та вже за відсутності пацієнта спеціаліст може вивчити будь-який цікавий для нього об'єкт під будь-яким кутом, з будь-якої сторони, в усіх площинах та на будь-якій глибині. Якщо звичайна рентгенограма є сумаційним зображенням, де всі розташовані послідовно деталі накладаються одна на одну, то фіксована комп'ютерна томограма заданої ділянки – це зріз тканин об'єкту товщиною від долі міліметра до декількох міліметрів, прокреслений у довільно вибраному місці. В процесі проведення рентгенологічного дослідження з використанням будь-якого методу зйомки неминуче виникає визначене проекційне спотворення об'єкту за величиною або конфігурацією, що може призвести до помилок при інтерпретації зображення. При комп'ютерній томографії об'єкт сканується практично "один до одного", що виключає даний вид спотворення в процесі реконструкції трьохвимірного зображення та отримання фіксованого зрізу.

Незважаючи на щонайширші діагностичні можливості, до недавнього часу комп'ютерна томографія як метод дослідження вкрай рідко використовувалась в стоматології. Багато в чому це було пов'язано з загальними не занадто високими діагностичними запитами стоматологів, достатньо високим променевим навантаженням і тим, що в більшості випадків комп'ютерна томограма відбивала якість зображення, недостатню для потреб

терапевтичної стоматології. Проте розвиток КТ-технологій йшов не тільки шляхом удосконалення спіральних томографів. На початку ХХІ ст. на ринку діагностичного обладнання з'явився принципово новий комп'ютерний томограф призначений безпосередньо для обстеження щелепно-лицевої ділянки – конусно-променеви комп'ютерний томограф.

Принципова відмінність спеціалізованих стоматологічних томографів від послідовних та спіральних КТ полягає, по-перше, в тому, що у цьому випадку для сканування замість тисяч очкових детекторів використовується один площинний сенсор, схожий на сенсор панорамного томографа, та, по-друге, в тому, що генерований промінь колімується у вигляді конуса. Апарат не має гентри та конструктивно нагадує пантомограф – навколо голови пацієнта обертається консоль з сенсором та випромінювачем. Під час зйомки випромінювач працює безперервно, а з сенсора декілька разів за секунду зчитується інформація, тобто взагалі робляться декілька кадрів за секунду. Потім інформація обробляється в комп'ютері та відновлюється віртуальна трьохвимірна модель сканованої ділянки. Після цього трьохвимірний віртуальний об'єкт ніби "нарізається" шарами визначеної товщини, і кожен шар зберігається в пам'яті комп'ютера у вигляді файлу у форматі DICOM.

За кордоном томографічне дослідження цього типу інколи називають Cone Beam Volumetric Tomography (Imaging), тобто – конусно-променева об'ємна томографія, проте сам метод та апаратура, згідно з версією Європейської Академії зубощелепної радіології (European Academy of Dento-MaxilloFacial Radiology) та Американського міжнародного інституту конусно-променевої томографії (International Cone Beam Institute), має назву – **Cone Beam Computed Tomograph (CBCT)**, тобто **конусно-променева комп'ютерна томографія** (далі – КПКТ). Широко використовуваний за кордоном, термін "дентальний", по-перше, в транскрипції означає **зубний**, по-друге, у всьому світі є розмежування зон інтересів спеціалістів на "зубну" (dental) та щелепно-лицеву (maxilla-facial). У першому випадку зона інтересу обмежується тільки зубами та альвеолярною частиною щелеп, що не відображає сутності призначення цих томографів, оскільки за їх допомогою можна досліджувати всю щелепно-лицеву ділянку, в тому числі навколоносові пазухи, основу черепа, орган слуху тощо.

У свою чергу під "трьохвимірним" мається на увазі не сам томограф (трьохвимірним є будь-який існуючий в просторі предмет), а зображення, і отримувати таке зображення можна так само за допомогою будь-якого іншого томографа (спірального, послідовного, магнітно-резонансного), програма якого оснащена опцією **мультипланарної реформації**. Таким чином, **будь-яка комп'ютерна томографія є трьохвимірною (3D, Three Dementional)**, бо двовимірною – це лінійна томографія. Що стосується означення "цифрова" або "дигітальна" комп'ютерна томографія, то тут цілком зрозуміло, що будь-яка інформація, що існує у комп'ютері, є циф-

ровою, тобто **не цифровою комп'ютерна томографія не може бути**, і окремо вказувати на цю обставину нелогічно. Якщо виходити з того, що назва будь-якого предмета може вказувати або на його технічну особливість, або позначати область призначення, то можна констатувати, що апаратура цього класу конструктивно є **конусно-променевим і одночасно пласкосенсорним комп'ютерним томографом** (Flat panel, у інших томографів віялова колімація променя і приймач зображення, що складається з тисяч окремих точкових детекторів). Означення, що інколи використовується за кордоном – "Volumetric", тобто об'ємний, також вказує на технічну особливість сканування. Відповідно до області призначення томографів такого класу можна назвати **щелепно-лицевими або орофациальними** (максилофациальними) **комп'ютерними томографами**. Однак, якщо продовжити лінію назв комп'ютерних томографів взагалі, то з'ясується, що всі вони **називаються відповідно до метода сканування**, а не до області застосування – покроковий КТ (Fan-Beam CT), спіральний (Spiral CT), конусно-променевий КТ (Cone-Beam CT). Тому не варто придумувати зайві терміни, оскільки вже існує логічний і загальноприйнятий **"конусно-променева комп'ютерна томографія"** (КПКТ).

У теперішній час вже накопичено достатній практичний досвід використання КТ в стоматології, і перевага цього метода радіодіагностики порівняно з іншими очевидна.

ОСОБЛИВОСТІ СКАНУВАННЯ

Будь-який комп'ютерний томограф являє собою комплекс, що складається з приладу для сканування об'єкта та приладу для відновлення та візуалізації отриманих даних, тобто зі сканера та комп'ютера. Основними функціональними вузлами сканера є X-R-генератор (генератор рентгеновських променів) та приймач зображення. Приймачем зображення в послідовних та спіральних КТ є точкові детектори, лінійно розташовані на внутрішній поверхні апертури гентрі. Генератор випромінювання також знаходиться в гентрі. Одна лінія детекторів забезпечує сприйняття тонкого зрізу, який зрештою утворює один рядок пікселів зображення.

При послідовній томографії сканується аксіальний шар (зріз паралельно основі черепа або близький до нього), потім гентрі переміщується, тобто виконується крок сканування, і сканується наступний зріз. Таким чином, об'єкт сканується не повністю, і інформація, наявна між зрізами, реконструюється шляхом інтерполяції, тобто отримання проміжного значення шляхом вирахування на основі відомих проксимальних даних. В результаті структура тканин, що залишилися між зрізами, ніби "додумується" комп'ютером, а дрібні деталі можуть бути не розпізнані.

Щелепно-лицева ділянка рясніє дрібними анатомічними структурами, візуалізація яких має виняткову клінічну важливість. При такому методі сканування вони можуть залишитися між зрізами, і на їх місці реконструюється певне проміжне утворення. У зв'язку з цим послідовна

комп'ютерна томографія (Fan-beam CT) не може вважатися об'єктивним методом дослідження щелепно-лицевої ділянки.

Спіральний комп'ютерний томограф працює інакше: зчитування інформації відбувається не послідовними шарами, а єдиним зрізом (декількома зрізами), що сканують об'єкт по спіралі.

При мультиспіральній (мультidetекторній) комп'ютерній томографії (МСКТ, МДКТ) за один оберт зчитується 100 % інформації, що потрапляє в зону, яка відповідає загальній ширині ліній детекторів (2, 4, 16, 64 та більше ліній залежно від класу апаратури). Під час сканування щелепно-лицевої ділянки задається мінімальна відстань між витками спіралі (кут нахилу гентрі наближається до нуля), однак роздільна здатність матриці детектора спірального КТ у середньому складає 1 пару ліній на 1 мм, і відповідно величина вокселя (структурної одиниці об'єму, volume element) – максимум 0,5 мм. Така роздільна здатність є недостатньою для отримання якісної «картинки», наприклад, корневих каналів чи диференціації дентину та емалі. Для порівняння матриця сучасного візіографа забезпечує кінцеву роздільну здатність не менше ніж 16 пар л/мм. Помітно покращити якість зображення можна, уповільнивши рух столу по осі Z, але при цьому значно підвищиться променеве навантаження на пацієнта. У процесі дослідження черепа на послідовному конвенційному томографі пацієнт отримує дозу опромінення 1 000–1 500 мкЗв (мікрозівертів), на спіральному – не менше 400 мкЗв. Під час сканування щелепно-лицевої ділянки за допомогою конусно-променевого томографа з напругою до 90 кВп променеве навантаження складає лише 30–70 мкЗв.

За нижньою межею це відповідає півковій панорамній томограмі зубних рядів (ортопантомограмі). Для порівняння: півкова рентгенограма навколо носових синусів носа – 100–200 мкЗв. Як вже згадувалося, роздільна здатність детектора МСКТ складає 1 пару л/мм. На противагу цьому сенсор КПКТ має роздільну здатність 2–4 пари л/мм. Більше того, якщо під час мультиспіральної КТ за один оберт отримують практично 100 % інформації, то під час конусно-променевої томографії, якщо використовується промінь, що відповідає ширині FOV, 100 % інформацію отримують вже за півоберта, а за повний оберт вся інформація збирається двічі, що забезпечує високу точність реконструкції.

Однак при такому способі сканування збільшується вірогідність виникнення динамічного спотворення, тобто артефактів від руху об'єкта, з огляду на що в останніх моделях томографів використовується технологія сканування "половиною" променя: тобто використовується промінь шириною трохи більшою, ніж ширина сканування, який під час обертання рухається подібно до годинникової стрілки. Це не лише знижує вірогідність виникнення артефактів, але й зменшує променеве навантаження. Слід особливо наголосити той факт, що воксель конусно-променевої томограми завжди ізотропний, тобто має кубічну форму, а під спіральною

томограмою у багатьох випадках мається на увазі наявність анізотропного вокселя (у формі паралелепіпеда), що дуже негативно впливає на якість зображення косих реформатів, які є найціннішим дослідницьким матеріалом для стоматологів. Розмір вокселя у спіральній томографії напряму залежить від товщини зрізу, що сканується та зазвичай має розмір не менше 0,5 мм. Роздільна здатність сенсора конусно-променевого томографа ніяк не впливає на розмір вокселя і буде помилкою вважати, таким чином, що чим менший воксель, тим вища роздільна здатність матриці. Розмір вокселя у даному випадку задається під час «нарізки» об'ємної моделі на шари для зберігання. Величина вокселя відіграє важливу роль у реформації кінцевого зображення – чим менший воксель, тим більш чітким, природним та детальним буде малюнок на томограмі.

Таким чином, враховуючи, що матриця конусно-променевого комп'ютерного томографа порівняно зі спіральним має значно вищу роздільну здатність, променеве навантаження на пацієнта менше приблизно в 5–10 разів, а програма для візуалізації обладнана спеціалізованими інструментами, можна стверджувати, що дослідження щелепно-лицевої ділянки методом конусно-променевої томографії порівняно з послідовною та спіральною КТ є найбезпечнішим, а результати обстеження стосовно стоматології та ЛОР практики найбільш точними та найбільш достовірними.

Сканування за допомогою конусно-променевого томографа та подальша реконструкція зображення відбувається цілком особливим способом, завдяки чому КПКТ з технічної точки зору не є прямим продовженням лінії традиційних комп'ютерних томографів. По суті, КПКТ поєднує у собі одночасно технології послідовного КТ та панорамного томографа ("ортопантомографа"). Приймачами зображення у спіральному томографі служать тисячі точкових детекторів, розташованих лініями ("рядками") в апертурі гентрі. Кожен з них сприймає сигнал самостійно. В конусно-променевому томографі приймачем зображення є єдиний плоский сенсор (Flat panel), що сприймає зображення повністю, подібно до того, як це робиться під час телерентгенограми. Сенсори можуть відрізнятися роздільною здатністю, структурою та розміром матриці. Перші моделі плоскосенсорних КТ були обладнані CCD-матрицею, тобто якісно такою ж, як у цифрових панорамних томографів ("ортопантомографів") та у більшості радіовізіографів, однак останні моделі випускаються вже на основі CMOS-матриці. Розмір матриці, тобто площа робочої поверхні, визначає розмір зони обстеження або "поля зору" – FOV (field of view). Наприклад, матриця розміром 7×12 см дозволяє сканувати трьохвимірний простір у вигляді циліндра діаметром 12 см та висотою 7 см. У цей простір повністю потрапляють зубні ряди та періапикальні тканини від нижньощелепного каналу до середини гайморової пазухи або навколоносові синуси носа (без лобних), порожнина носа та частково основа черепа. Розмір сенсора в різних моделях

томографів може відрізнятись. Наприклад, деякі сучасні панорамні томографи оснащені опцією, обмеженою КТ з розміром матриці від 3×4 до 5×5 см, що дозволяє отримати повноцінну комп'ютерну томограму окремих груп зубів. Апарати з великим розміром сенсора, наприклад, 15×15 см та вище, здатні сканувати як всю щелепно-лицеву ділянку, так і окремі сектори, у разі, якщо томограф обладнаний функцією регулювання величини зони сканування.

На відміну від звичайної КТ та панорамної томографії, де використовується тонкий «ріжучий» промінь, під час конусно-променевого дослідження промінь формується у вигляді конуса, як під час звичайної рентгенографії. Під час панорамної томографії промінь генерується безперервно, і зчитування інформації також відбувається безперервно. У процесі сканування за допомогою конусно-променевого томографа промінь може також генеруватися безперервно або випускатися у вигляді імпульсів, але зчитування завжди відбувається дискретно. Тобто під час обертання генератора навколо голови пацієнта, наприклад, КТ серії EPX (PAX, PICASSO) зчитує інформацію 30 раз за секунду. Кожне зчитане зображення являє собою початковий *фрейм*. Потім ця інформація передається у комп'ютер, де відтворюється у зворотному порядку. В результаті реконструюється трохвимірна віртуальна модель сканованого об'єкта. Потім відновлена модель "нарізається" за типом аксіальних зрізів на інформаційні шари, кожен з яких містить просторову інформацію, що відповідає аксіальному шару товщиною 0,08–0,3 мм. Кожен шар конвертується у загально медичний формат DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) та зберігається на сервері в архівованому вигляді. При збереженні повного обстеження об'єм пам'яті, що займається, різниться та залежно від величини зони сканування та товщини шару може складати від декількох десятків чи сотень мегабайт до гігабайта і більше.

Таким чином, такі поняття, як "крок сканування" та "товщина зрізу", під час конусно-променевої томографії відсутні, інформація зчитується у повному обсязі без втрати даних завдяки проміжкам між зрізами та наступній інтерполяції.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВІРТУАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ КТ

Для отримання кінцевих результатів обстеження необхідна обробка вихідних даних. Для цього існують спеціальні комп'ютерні програми, що мають ряд обов'язкових опцій. Наразі існує досить багато загальномедичних DICOM-переглядачів, неадаптованих для застосування у стоматології, а також спеціалізовані стоматологічні програми для обробки даних СКТ. На противагу цьому програми щелепно-лицевих КПКТ обладнані цілим рядом спеціальних опцій, призначених саме для діагностики стоматологічних патологій.

Спіральні комп'ютерні томографи працюють з високими установками сили струму та анодної напруги (вольтажу), які складають близько 120–140 кВ та 100 мА. Це забезпечує досить високе променеве навантаження, але дозволяє працювати в декількох режимах візуалізації, що відповідають різним діапазонам щільності тканини – легеневому, кістковому та м'яких тканин. Променеве навантаження під час конусно-променевої томографії набагато нижче внаслідок того, що значення сили струму та вольтажу багаторазово менше – 70–90 кВп та 3–8 мА відповідно. У зв'язку з цим, а також з огляду на конструктивні особливості, що були згадані вище, та специфіку дослідження, робота із зображенням в програмі конусно-променевих томографів здійснюється у режимі "кісткового вікна", що виключає можливість диференціювати м'які тканини, тому деякі інструменти, що використовуються СКТ, не увійшли до комплексу для КПКТ. Для візуалізації м'яких тканин та підсилення жорсткості зображення необхідна напруга від 120 кВ та спеціальні опції програми, що ускладнює широке застосування дослідження в амбулаторній практиці.

Якщо підсумувати та проаналізувати дані стосовно технічних характеристик спеціалізованих щелепно-лицевих КТ, що наразі виробляються, то стане зрозуміло, що якість вихідного матеріалу, тобто збережених DICOM-файлів, за умови рівноцінних показників сили струму та вольтажу, загалом, майже не відрізняється. Тому на перше місце за значимістю для користувача виступає здатність програми найкращим чином візуалізувати ділянку, що досліджується. У даному випадку мається на увазі, що програма має бути обладнана оптимальним набором інструментів, з якими зручно працювати, і що кінцеве зображення при цьому мусить виходити максимально інформативним.

Якщо розглядати програми щелепно-лицевих КТ з цієї позиції, стає зрозуміло, що, незважаючи на зовнішню схожість, між ними є наявні суттєві відмінності як у комплектації програм опціями, адаптованими для стоматології, так і в принципах функціонування окремих спеціалізованих і загальних інструментів. Тому деякі програми порівняно з іншими можуть сприйматися як недопрацьовані, занадто спрощені чи, навпаки, деякі функції під час практичного застосування сприймаються як "незручні" для використання у стоматології. Крім того, дуже важливим аспектом на шляху досягнення оптимального результату є вміння спеціаліста працювати з програмою, знання стоматологічних патологій та вміння розпізнавати їх на комп'ютерній томограмі.

Будь-яке закінчене статичне зображення, у тому числі й рентгенограма, є двовимірним (2D) та може бути досліджене у двох напрямках – зліва направо та згори донизу. Третій вимір – це дослідження у глибину. Таким чином, під тривимірним зображенням (3D, Three-Dimensional) розуміється можливість дослідження об'єкта у довжину, у ширину та у глибину, а також візуалізацію його у повному обсязі без проєкційного спотворення. Саме таку можливість надає спеціалісту комп'ютерна томографія.

Кожна КТ-програма має інтерфейс з декількома робочими вікнами та панелями інструментів. Базовий інтерфейс складається з трьох чи більше вікон, необхідних для роботи основної опції – **мультипланарної реформації**. Під MRP-multiplanar reformation – мультипланарною або багатоплановою реформацією (в літературі іноді зустрічається транскрипція "багатоплощинна реконструкція") розуміється одночасна візуалізація трьох відновлених зображень (реформатів), що відповідають взаємно перпендикулярним зрізам трьох площин – аксіальній (паралельній основі черепа, перпендикулярній осі z), сагітальній (профільній, площина yz) та корональній (фронтальній, поперечній, площина xz). Найбільш зручним є інтерфейс, розділений на 4 рівні квадрати, в трьох з яких знаходяться MRP-реформати, а в четвертому – об'ємна модель сканованого об'єкта без синхронізації роботи інструментів з MRP. При цьому велике досягнення у дослідженні надається можливості легко прибрати (сховати) з поля зору панель інструментів та лінії системи координат, а також розтягнути одне з вікон на весь екран.

Будь-який з реформатів являє собою тонкий шар ("слайд"), що часто називається "зрізом", який несе певну кількість графічної інформації. Фіксований у будь-якому заданому місці та документований зріз, по суті, і називається томограмою.

Виділений шар (зріз, що візуалізується) будь-якого із вікон можна пересувати в обов'язковому порядку як площину по заданій осі (x , y , z) на всій протяжності об'єкта, при цьому в кожному вікні відображається система координат у вигляді перехрещених ліній, що відповідають положенню того чи іншого шару на даний момент (або лише на об'ємній моделі, що менш зручно). У найбільш досконалих програмах опція MRP без налаштування є інтерактивною, і за допомогою простого захвату лінії координат або захвату самого зображення є можливість рухатися не строго по осях x , y , z , але й переміщати всю систему координат у довільному порядку та у будь-якому напрямку з будь-яким просторовим нахилом площин. У програмах комп'ютерних томографів EzImplant, Ez3D 2009, RealScan, OnDemand3D та Xelis Dental інтерактивним є не лише зображення, але й самі лінії системи координат. За допомогою захвату перехрестя можна переміщати центр обертання площин, при захваті проксимального відділу лінії здійснювати власне обертання, а при захваті середини лінії збільшувати товщину відповідного шару. При цьому результати маніпуляцій за бажанням синхронізуються в усіх трьох вікнах MRP. У деяких інших програмах, у тому числі призначених для спіральної КТ, така опція існує окремо. Вона називається iMRP, або "коса" проекція, і може бути представлена в одному з вікон без синхронізації з рештою, що значно менш зручно. У даному випадку доводиться підлаштовувати інтерактивне зображення під фіксовану координату.

Інтерактивна система координат значно розширює зону використання КТ та прискорює процес роботи. Перш за все для терапевтів-стоматологів відкривається можливість швидко вибудовувати зображення будь-якого кореня зуба строго по його вертикальній осі у всіх площинах, досліджувати топографію каналів і періапикальних тканин у довільно заданому напрямку, а не по стандартизованим осям, що дозволяє візуалізувати на всьому протязі найдрібніші тріщини, колатералі, норицеві ходи тощо.

Як вже згадувалось, початковими при відновленні зображення з сервера є аксіальні зрізи, кожний з яких являє собою інформаційний шар визначеної товщини, збережений у вигляді DICOM-файлу. При відновленні в програмі ці шари ніби знову накладаються один на одного, реконструюючи єдину трьохвимірну модель об'єкту, яка володіє ізотропною просторовою роздільною здатністю.

Сагітальні та корональні реформати отримують вже у результаті віртуальної реконструкції із вертикальних рядів вокселів відновленої моделі.

Візуалізований зріз з мінімальною товщиною, означеною як "0", містить в собі мінімум об'ємної інформації. Як правило, вихідна товщина шару відповідає величині вокселя збереженого файлу. В такому режимі диференціюються найменші деталі, наприклад кореневі канали, проте в той же час рівень шуму та вплив різного роду спотворень в тонкому шарі виражені найсильніше. Крім того, візуалізація структур не завжди відповідає високій якості. Щоб покращити якість томограм і оптимізувати зорове сприйняття зображення, існує функція **регулювання товщини виділеного шару**. Метод отримання зображення за допомогою цієї опції в деяких програмах позначається скороченням STS (sliding thin slab, iSTS-MPR) – "змінна товщина шару". При збільшенні товщини виділеного шару до 1,0–2,0 мм візуалізується набагато більше об'ємної інформації, згладжуються шуми, зображення стає м'якшим і сприймається набагато легше. Особливо це актуально для сагітального реформата.

В програмі EzImplant товщина шару може довільно регулюватися від 0,1 мм до 3,0 см. Це дає можливість отримувати не лише томограми, але й зонограми будь-якої ділянки з будь-яким кутом нахилу площини. Зонограма – це томограма з великою товщиною виділеного шару, в яку потрапляє весь об'єкт повністю, наприклад, зуб або значна його частина – альвеолярний відросток. Прикладом зонограми може бути звичайна панорама томограма зубних рядів (ортопантомограма), яка, по суті, є панорамною **зонограмою** зубних рядів з товщиною шару від 1,0 см у фронтальному відділі до 1,5–3,0 в дистальних. Таким чином, збільшуючи товщину шару до 1,0–1,5 см і вирівнюючи площини сагітального зрізу по вертикальній осі зуба, діагност отримує зображення, ідентичне внутрішньоротовому знімку зуба або (залежно від протяжності досліджуваної ділянки) фрагменту панорамної зонограми, або позаротовому знімку щелепи в боковій проекції. При цьому повністю відсутнє проекційне спотворення та

накладання тіней суміжних кісткових структур (суперпозиція та інтерпозиція), що характерно для звичайних знімків щелепно-лицевої ділянки.

Функція регулювання товщини виділеного шару – це один з найважливіших діагностичних інструментів КТ-програми, і невикористання повною мірою цієї функції може призвести до цілого ряду діагностичних помилок та неточностей, тому слід особливо розглянути декілька положень, знання яких необхідне для роботи з цим інструментом.

По-перше, навіть теоретично товщина виділеного шару не може бути меншою, ніж розмір вокселя, оскільки в побудові зображення беруть участь цілі вокселі, і відповідно при цьому шар з *мінімальною товщиною несе мінімум інформації*. Незважаючи на ізотропну роздільну здатність об'ємної моделі, при побудові косих реформатів неможливо побудувати рівний шар товщиною в один воксель – це те саме, якби на аркуші зошита в клітинку провести косу лінію, яка дорівнює ширині клітинки – при підрахунку кількості клітинок, по яких пройшла лінія, виявиться, що в формуванні спільної лінії беруть участь не менше трьох клітинок в діаметрі. Таким чином, у побудові косого реформату за товщиною беруть участь не менш ніж три вокселі, але вони розташовані драбинкою, від чого товщина виділеного шару робиться нерівномірною і "картинка" виглядає неякісною. Збільшення товщини виділеного шару дозволить охопити більше інформації та зробити зображення більш цілісним і конкретним. Проте покращання якості зображення відбувається тільки до означеної межі – в певний момент починається сумація зображення і якість знову починає погіршуватись. Таким чином, можна говорити про наявність *порогу оптимізації*, тобто такої товщини шару, яка буде оптимальною для кожного конкретного реформату і найкращою для візуалізації кожної конкретної структури у програмі, яка використовується. Тобто для кожного реформату в кожній програмі слід дослідним шляхом підбирати оптимальну товщину шару, яка забезпечить найкращу якість візуалізації і максимальну достовірність зображення. Наприклад, в програмі Ezlmpant під час звичайної візуалізації оптимальною слід вважати товщину шару в 1 мм для коронального та аксіального реформатів, а для сагітального – 2 мм.

По-друге, негативний вплив квантового шуму на якість зображення найсильніше виражено на реформатованих зображеннях, знову ж, з мінімальною товщиною шару. Збільшуючи товщину, можна згладити рисунок, прибрати "сітчастість" та візуальну уривчастість структур, зробити рисунок більш плавним та конкретним.

По-третє, збільшуючи товщину шару до певного порогу, можна нівелювати вплив багатьох артефактів.

По-четверте, за допомогою STS-функції можна отримати імітацію сумарного знімку, який практично відповідає за якість звичайної рентгенограми, що дозволяє захоплювати в один шар та візуалізувати на одному реформаті відразу декілька об'єктів, що залягають на різних глибинах.

Наприклад, чужорідні тіла при вогнепальному пораненні або надкомплектні зуби, що знаходяться у різних секторах.

Оскільки у програмі Ezlmpant функція STS є інтерактивною, діагност може за допомогою руху мишки збільшувати чи зменшувати товщину шару в режимі реального часу. Тим самим досягається можливість оцінки не лише томограми, але й кореляції зображення, наявного на зрізі з сумарним зображенням, котрим є звичайний знімок та панорамна зонограма. Тобто, розпізнавши будь-яку патологію чи особливість будови на томограмі, спеціаліст може відразу захопити в шар, наприклад, весь масив щелепи та зрозуміти, як би це виглядало на звичайній двовимірній рентгенограмі.

Однією з найважливіших та, мабуть, найціннішою для лікаря-стоматолога опцією є *функція довільного перетину, або довільна "крос-секція"*. Якщо площини MPR переміщаються повністю без вигину, то за допомогою крос-секції можна прокреслити довільний зріз будь-якої конфігурації та протяжності. Однак найголовніше те, що під цією опцією розуміється можливість отримання високоякісної панорамної томограми. Звичайна панорамна томограма (ортопантомограма) має стандартизовану за параболою, що відповідає усередненій оклюзивній кривій, траєкторію руху фокуса та відповідно виділений шар стандартної форми стосовно до кожного пацієнта, незалежно від його анатомічних особливостей. Деякі спеціалізовані стоматологічні КТ-програми також мають визначений шаблон для отримання панорамної томограми, який, як і при звичайній панорамній томограмі, має наперед задану форму. Однак програма комп'ютерного томографа Ezlmpant та інші вказані вище програми передбачають відхід від шаблонності та надають спеціалісту повну свободу дій у межах сканованого тривимірного простору. Використовуючи функцію крос-секції, спеціаліст може самостійно на аксіальному реформаті прокреслити курс проходження зрізу (подібно до траєкторії фокуса) чітко по апексах або просвітах каналів зубів досліджуваної щелепи з урахуванням нахилу вертикальних осей фронтальної групи зубів. У результаті отримується панорамна томограма, позбавлена будь-яких спотворень, прокреслена за найкращим індивідуальним курсом для конкретного пацієнта. На звичайній панорамній томограмі є певна сумація зображень щелепи та накладання сусідніх структур, таких, як передня носова ость, крила носа, виличні відростки верхньої щелепи, під'язична кістка та ін., а також певне проєкційне спотворення, пов'язане з технічними аспектами зйомки. Всі ці негативні моменти повністю виключаються під час реконструкції панорамної томограми в програмі КТ. Більш того, протяжність, а також товщина шару може бути задана будь-яка – від міліметра для візуалізації кореневих каналів та мінімальних періапикальних змін, до 5 мм для оцінки стану зубів та пародонту на рівні губчастої речовини міжзубних перегородок без сумації його профільного масиву з кортикальними пластинками і т. д. При товщині шару 1,5 см візуалізується зубний ряд та альвеолярні відділи щелеп

на повну глибину (товщину) подібно до пантомограми. Первинний крос-секційний інтерфейс програми EzlImplant складається з чотирьох вікон, в яких відображається аксіальний вигляд з курсом крос-секції, панорамна томограма, об'ємна модель сканованої ділянки і серія поперечних зрізів у площині, перпендикулярній курсу перетину панорамної томограми. Безпосередньо у процесі перегляду на аксіальному зрізі є можливість коригувати курс перетину шляхом пересування фіксованих точок лінії, проведеної через просвіти кореневих каналів. Кількість поперечних зрізів, що йдуть згідно із заданим кроком (стандартно, як правило, 2 мм) курсу томограми, можна задати будь-яку – від одного до 16 та, пересуваючи курсор на томограмі, візуалізувати "нарізку" будь-якої обраної ділянки. Так само можна обрати будь-яку товщину шару – від нуля до трьох сантиметрів, тобто візуалізувати об'єкт у режимі звичайної панорамної томограми (ортопантомограми) та завдати довільний крок поперечного перетину з будь-яким інтервалом. Крім того, панораму можна розтягнути на весь екран, прибравши решту вікон та панелі інструментів, а для перегляду використовувати не лише стандартний режим, а й режим проекції з максимальною інтенсивністю пікселів (MIP) або об'ємний рендеринг (VR) – режим візуалізації об'ємної моделі.

Програма EzlImplant обладнана функціями інтерактивної системи координат та змінної товщини шару, що дає спеціалісту можливість заздалегідь вибудувати вертикальну вісь перетину панорами відповідно до нахилу вертикальних осей зубів і тим самим візуалізувати одночасно та повністю всі групи зубів, використовуючи мінімальну товщину шару. Знімок екрану будь-якого фрагмента томограми може бути збережений із завданням розширенням, експортований в будь-яку візіографічну програму та використаний як окремий знімок. В результаті, зробивши одну комп'ютерну томограму, лікар-стоматолог отримує якісні зонограми зубних рядів та окремі знімки зубів, сумісні за форматом з будь-якими іншими програмами. Однією з найважливіших функцій програм КТ є можливість точного вимірювання відстані від однієї точки до іншої. Об'ємне сканування під час конусно-променевої томографії теоретично, враховуючи прорахування збільшення, відбувається без проекційного спотворення та без втрати даних. На основі цього можна стверджувати, що всі вимірювання можуть сприйматися як умовно достовірні.

Програма EzlImplant обладнана інструментами для вимірювання лінійної відстані між точками, протяжності кривої та величини кута між лініями або площинами. Крім того, при необхідності можна виміряти не тільки відстань, але і площу будь-якої ділянки на вибраному реформаті.

За допомогою функції **денситометрії** проводиться вимірювання оптичної густини тканини за шкалою Хаунсвільда. Проте дані денситометрії, отримані на томограмах, зроблених за допомогою конусно-проме-

невих томографів в цифровому еквіваленті, не співпадають з даними, отриманими при роботі зі спіральними томограмами. Це пов'язано з тим, що цей вид дослідження розрахований на роботу тільки в "кістковому вікні", а для реконструкції в конусно-променевому томографі використовується дещо інакший алгоритм (модифікований алгоритм Фельдкампа–Девіса–Кресса), слабка напруга трубки та інше калібрування. Загальномедичні КТ розраховані на вимірювання густини реконструйованих зображень, отриманих з напругою 120 кВп і вище, тому однозначно зіставляти дані, отримані при денситометрії томограм КПКТ, зі стандартними показниками шкали Хаунсвільда, які характерні для різних тканин організму, не можна. Наприклад, густина емалі зуба на спіральній томограмі буде відповідна 1 500 НУ, а на конусно-променевій – до 5 000, але показники повітря при цьому будуть однакові.

Дані, отримані при денситометрії, відображаються в цифрах (НУ – КТ-число, "хаунсвільд юніт") і у вигляді графіка. Результати, отримані в цифрах, як вже показувалось, вельми відносні, тому особливу значимість має графік, який дозволяє візуально оцінити густину ділянки, яка досліджується, у порівнянні з іншими структурами. Наприклад, при оцінці густини відновленої кісткової тканини слід проводити курс вимірювання не тільки через ділянку, яка досліджується, але і через здорову тканину в рівному ступені.

Будь-яке вимірювання або об'єкт, що заслуговує уваги, може бути забезпечений покажчиком або надписом, і знімок екрана томограми зі внесеними помітками та відредагованим зображенням фіксується як окремий файл у базі даних. У подальшому він може використовуватись як звичайний цифровий знімок для роботи в будь-якій фізіографічній програмі. При цьому для найкращої візуалізації слід оптимізувати зображення, використовуючи графічний редактор і функцію збільшення.

Для побудови об'ємної моделі в більшості програм послідовних і спіральних КТ використовується опція "показу затінених поверхонь" – **SSD (shaded surface display)**.

За допомогою даної опції здійснюється візуалізація поверхонь на основі вибору порогових значень пікселів, тобто із заданим пороговим КТ-числом. Наприклад, вибирають ділянку визначеної густини, відповідної будь-якій анатомічній структурі, її густину задають як порогову – і всі поверхні такої ж густини і вище стають непрозорими. В результаті візуалізується об'ємна модель, схожа на скульптуру, відлиту з металу. Опція SSD вельми зручна при дослідженні м'яких тканин, але при роботі в "кістковому вікні" має великий процент похибки, і тому в нових версіях програм ця опція використовується все рідше. Замість неї передбачений об'ємний рендеринг.

VR (volume rendering) – об'ємний рендеринг, термін, який відповідає поняттю "об'ємна візуалізація". Це найновіша та найбільш достовірна опція КТ-програм, яка дозволяє отримати зображення та дослідити трьохвимірну модель об'єкта. На противагу SSD-функції в цьому випадку здійснюється безпорогова візуалізація всіх вокселів, які беруть участь у побудові зображення, відповідно до ступеня їх участі та значимості в межах вибраного "вікна" (вибрана ділянка шкали Хаунсфілда, в межах якої оптимально візуалізуються ті або інші структури; спеціалізовані щелепно-лицеві комп'ютерні томографи розраховані на роботу у "кістковому вікні"). Для надання об'єкту додаткової реалістичності за допомогою тьонінгу можна досягти забарвлення, що відповідає реальному кольору скелетованої кістки. Якщо при затіненні поверхні (SSD) з певним граничним значенням у програмі СКТ кісткові структури виглядають абсолютно гладкими і навіть глянцевиими, зі згладженими контурами, то у програмі EzImplant завдяки наявності функції VR та високій роздільній здатності сенсора поверхня кісткової тканини не просто відтворюється конфігуративно, але й зберігає природню текстуру, яка передає найдрібніші деталі. Більш того, є можливість візуалізації поверхні в визначеному діапазоні густини. Це дозволяє досліднику зберігати видимими тільки визначені структури, наприклад зуби, без кісткової тканини або пломбувальний матеріал, або, навпаки, в повному обсязі відновити конфігурацію м'яких тканин.

PVR (perspective volume rendering) – перспективна об'ємна візуалізація або інакше – віртуальна ендоскопія (VE) – варіант опції об'ємного рендеринга, що дозволяє багаторазово збільшити ділянку, яка досліджується, обмеживши при цьому оглядове поле. Досить складна в експлуатації опція, яка нагадує комп'ютерну гру та яка використовується спіральною КТ для дослідження органів, зазвичай обстежуваних за допомогою ендоскопа – судин, бронхів, кишечника, додаткових пазух носа тощо. Завдяки високій роздільній здатності та єдності структури матриці, а також мінімізації розміру пікселя за допомогою віртуальної ендоскопії програми EzImplant можливо обстежувати канали нижньощелепного, піднебінного, інфраорбітального нервів і, найголовніше – кореневі канали зубів зсередини. При активації функції віртуальної ендоскопії збільшене зображення сприймається як при погляді через лупу, тобто структури всередині каналу відображаються з перспективою, а плоскі поверхні з максимальним збільшенням в центрі та дисторсією по периферії.

MIP (maximum intensity projection) – проекція максимальної інтенсивності – двовимірне проекційне зображення з візуалізацією тільки найбільш рентгенконтрастних точок. На перший погляд таке зображення здається об'ємним і частково прозорим, але в дійсності його слід сприймати дещо схожим на жорстку рентгенограму, виконану в довільній проекції. Ефект псевдотривимірності створюється внаслідок того, що MIP-зображення інтерактивне і проекція може змінюватись довільно та динамічно відносно

осі спостерігача за допомогою інструментів обертання або миші. Дуже зручна опція для візуалізації ретендованих зубів, одонтом, щільних компонентів і однорідних включень. Перегляд МІР-зображення, як будь-якого іншого, може здійснюватися як у стандартному негативному чорно-білому режимі, так і при використанні різних кольорових фільтрів.

В EzImplant, як і в багатьох загальномедичних КТ-програмах, існують принципово схожі з МІР функції – mini-MIP і X-R-імітації. В першому випадку візуалізуються найменш щільні точки, які відповідають мінімальним КТ-числам, а в другому – усереднені, в результаті чого отримується картина, яка нагадує м'яку тривимірну рентгенограму. Функція mini-MIP часто застосовується в стоматології, але X-R-імітація може з великим успіхом використовуватися в ортодонції та ЛОР-практиці для того, щоб зіставити дані МРР зі звичайними знімками додаткових синусів носа. В цьому випадку за допомогою опції графічного редактора (gamma-bright-contrast) структура зображення, яке сприймається, доводиться до близької до звичайного рентгенівського знімка, потім завдяки тому, що зображення само по собі інтерактивне, віртуальний об'єм встановлюється в положення, яке відповідає напіваксіальній проекції відносно дослідника та віртуального джерела світла. В результаті отримується зображення, ідентичне знімку додаткових синусів у носопідборідній укладці. Такі можливості програми мають велику наукову цінність, оскільки дають можливість провести детальну корекцію між даними КТ і стандартним знімком без додаткового опромінення пацієнта при рентгенографії.

У всіх спеціалізованих стоматологічних КТ-переглядачах закладений цілий ряд опцій, призначених для планування операції імплантації. Стоматологи-імплантологи першими почали активно використовувати комп'ютерну томографію в своїй діяльності, і перші конусно-променеві томографи створювались якраз для потреб імплантології. При плануванні операції імплантації панорамна томограма зубних рядів (ортопантомограма), являючись двовимірним зображенням, не дозволяє адекватно оцінити відстань до верхньощелепного синуса, нижньощелепного каналу, врахувати просторовий нахил альвеолярних відділів щелепи, що нерідко призводить до помилок при встановленні імплантатів, які також часом неможливо розпізнати по пантомограмі.

Однією з допоміжних функцій в комплекті інструментів для планування операцій імплантації є маркування (трасування) нижньощелепного каналу. З цією метою просвіт нижньощелепного каналу оптимально візуалізується у всіх вікнах мультипланарної реформації і, починаючи від ментального отвору, трасується постановкою точок, що фіксують курс. Потім відбувається "залівка" каналу обраним кольором згідно з проведенням курсом. Розмір і густина резидуальної кістки змінюється на всіх трьох реформатах мультипланарної реформації, і на основі отриманих даних обираються та встановлюються віртуальні шаблони імплантатів. Далі за

допомогою тюнінгу можна прибрати кісткову структуру та подивитись, яким буде просторове співвідношення ймовірного імплантату та нижньощелепного каналу. Зображення при цьому залишається інтерактивним. Воно може бути повернуте під будь-яким кутом і обстежене в будь-якому ракурсі. Кут нахилу абатмену і положення осі імплантату відносно основного вектора завантаження також можна заздалегідь визначити по комп'ютерній томограмі. Вісь імплантату може бути повернута під будь-яким кутом на будь-якому реформаті, а сама процедура планування може здійснюватися також у режимі панорамної реконструкції зображення з покроковою мезгодистальною нарізкою при заданому інтервалі.

Забарвлення імплантатів і абатменів задається дослідником довільно, простим вибором з пропонованої шкали забарвлень.

Якщо на панорамній томограмі спеціаліст вивчає виключно двовимірний об'єкт, виконаний нерідко зі спотворенням, то на комп'ютерній томограмі об'єкт відображається зразу в трьох проекціях і без спотворень, тому складається точніше уявлення про внутрішню будову щелепи пацієнта. У зв'язку з цим при плануванні операції імплантації за допомогою КТ імплантологи нерідко мають можливість обрати нестандартне або компромісне рішення. Деякі спеціалісти надають велике значення такому методу обстеження, як вимірювання густини кісткової тканини, та використовують для отримання результатів різні способи. Слід сказати, що дані про густину кістки, отримані при роботі з панорамною томограмою, не мають практичного сенсу через ефект сумачії при нерівномірному розподілі твердих структур кістки та інших нюансів, які відносяться до специфіки зйомки. У той же час при роботі з КТ вже немає необхідності вимірювати та вираховувати сумачійну густину – можна використати метод **об'ємної візуалізації шару**, тобто елементарно "вирізати" фрагмент щелепи, який дорівнює товщині імплантату, за допомогою інструментів програми, та перевести зображення в режим VR, а потім просто "подивитись" і порахувати кількість найбільш великих кісткових балок, які будуть стикатися з імплантатом у конкретному місці.

Як вже було сказано, рентгенологічна картина на панорамній томограмі і на КТ-зображеннях нерідко дуже відрізняються одне від одного, і лікарі, які звикли до традиційних рентгенограм, інколи дуже довго не можуть навчитись "бачити" тривимірний об'єкт, тобто сприймати ділянку, яку обстежують, не як одне сумачійне зображення, а зразу в трьох проекціях. Проте з часом неминуче приходить усвідомлення того, що на звичайних рентгенограмах багато патологічних змін, і похибки лікування можуть банально не візуалізуватись через ефект сумачії та статичність зображення.

При плануванні операції імплантації на верхній щелепі стан резидуальної кістки зазвичай оцінюється стосовно контуру нижньої стінки верхньощелепного синуса. Якщо в місці ймовірної операції відстань від краю альвеолярного відростка до дна синуса недостатня для постановки

імплантату, планується додаткове втручання, тобто синус-ліфт в тому або інакшому варіанті виконання. Проте при плануванні операції імплантації з використанням КТ дуже часто вдається уникнути проникнення в гайморову пазуху, оскільки з'ясовується, що картина "дна" верхньощелепного синуса забезпечується альвеолярним рецесусом (бухтою), який по профілю займає не весь альвеолярний відросток, і з піднебінної сторони (тобто орально стосовно просвіту синусу) є достатньо кісткової тканини для встановлення імплантату. В той же час на панорамній томограмі «запланований» в цьому місці імплантат буде виглядати як такий, що перебуває в просвіті синусу.

У всіх спеціалізованих імплантологічних програмах для планування зазвичай пропонуються шаблони найрізноманітніших конфігурацій, і чим їх більше, тим більше вражень на користувача це повинно справити. В програмі Ezlplant також передбачений великий набір "імплантатів" різних фірм, а також наявна функція "імплант-менеджер", за допомогою якої спеціаліст може самостійно створити шаблон імплантату з заданою величиною і конфігурацією. Проте не слід забувати, що основний вплив, що ушкоджує кісткову тканину і структури, що оточують нижньощелепний канал, верхньощелепний синус, виявляється в процесі препарування, а форма свердла може бути тільки конічною або циліндричною. Тому з логічної точки зору форма та конфігурація імплантату при плануванні не має ніякого значення. Принциповим є тільки довжина і товщина, тому найлогічніше користуватися стандартними циліндричними або конічними шаблонами. Безумовно, в цьому випадку мова не йде про імплантати з пам'яттю форми піднадкісткових та пластинкових імплантатів.

Як вже згадувалось, променева загрузка при конусно-променевої комп'ютерній томографії цілком співвідносна з плівковою панорамною томографією, тому контроль постановки імплантату може здійснюватися також за допомогою КТ.

При обстеженні об'ємної VR у ряді випадків виникає необхідність фрагментувати зображення, тобто видалити якусь його частину. Для цього передбачений цілий ряд інструментів. Найпростіше фрагментувати зображення, зменшивши об'єм простору, що візуалізується. Для цього існує опція обмеження "зони інтересу" (VOI – Volume of Interest). При її активації довкола об'ємної моделі вибудовується прозорий куб, кожна з граней якого інтерактивна і може зміщуватись по відповідній осі. Просте захоплення будь-якої з граней і її зміщення призводить до "витирання" зображення у відповідному напрямку. Наприклад, при виявленні пухлини нижньої щелепи є можливість залишити в зоні інтересу тільки тіло нижньої щелепи, щоб детально розглянути зміни її конфігурації, а при наявності стороннього тіла або конкременту точно визначити просторове положення об'єкту відносно найближчих анатомічних структур.

Функція Draw Mask дозволяє видалити частину зображення на всю глибину, при цьому форма предмету, що видаляється, завдається довільно. Після активації функції обраний для «вирізання» фрагмент окреслюють в довільному порядку, і він автоматично видаляється після подвійного клацання мишкою. Окреслений предмет перед видаленням покривається сітчастим "рисунком", і дослідник може обрати: видалити цей фрагмент або видалити все інше навколо цього фрагменту. Функція довільної фрагментації Draw Mask – досить цінний інструмент для щелепно-лицевих хірургів, оскільки за його допомогою можна заздалегідь "побачити" дефект, який утворюється після операції, а також прибрати непошкоджені або ті, які заважають перегляду ділянки кісткової тканини. Для пародонтологів більш актуальною є *функція кубічної фрагментації об'ємної моделі зі збільшенням* (3D Zoom Cube). Це поєднання прицільної кубічної фрагментації та перспективної візуалізації заданої ділянки. При роботі з цим інструментом спеціаліст може збільшити без спотворення будь-який фрагмент об'ємної моделі та обстежити цей фрагмент із зворотної сторони, поставивши поруч з основним зображенням. Тобто структуру кісткової тканини, наприклад, у ділянці різців нижньої щелепи можна обстежити одночасно з язичної та вестибулярної сторони. Крім того, "кубічний 3D зум", як інколи називають цю функцію – незамінний інструмент для обстеження будови зачатків зубів при підозрі на гіпоплазію емалі або аномалію розвитку зачатку, наприклад, після травми молочного зуба. Як відомо, особливу складність являє собою діагностика фрактур кореня без зміщення відламків, поздовжніх тріщин, а також наявності бокових розгалужень каналу (колатералів). Для цих цілей в програмі EzlImplant передбачена опція довільного "косого зрізу" – *Oblique Slice*.

Працює вона наступним чином: система координат ретельно вирівнюється по всіх осях зуба (вертикальній, вестибулооральній та мезіодистальній), і вертикальна вісь зуба обирається центром обертання координат. Таким чином, дослідник отримує можливість обертати весь тривимірний масив томограми навколо заданої осі – вертикальної осі зуба, яка залишається нерухомою. При внутрішньоротовій рентгенографії буває дуже важко спроекувати на площину косу тріщину, яка йде не паралельно напрямку променя, тому ця функція якраз і розрахована на обрання довільного кута огляду. При обстеженні на конвенційних томографах пацієнту зазвичай видається "пошарова" роздруковка всіх зрізів, і лікар працює вже з фіксованими зображеннями, зробленими з визначеним кроком згідно із заданими осями. В програмі EzlImplant також передбачена така можливість візуалізації. Причому крок сканування і товщина шару, який виділяється, можна задати довільно – від часток міліметрів до декількох сантиметрів. З однієї сторони, таким чином можна створювати вже звичне для багатьох спеціалістів послідовне зображення, наприклад послідовний скринінг гайморових пазух, і роздруковувати його на якісному папері.

Але з іншої, для ендодонтистів відкривається можливість отримати деталізовану (з кроком 1 мм по вертикальній осі зуба), топографію кореневих каналів. За бажанням таку "нарізку" можна зберегти у вигляді міні-фільму у форматі avi, і переглядати вже поза програмою за допомогою будь-якого програвача, навіть на кишеньковому комп'ютері і телефоні.

У наведеному вище тексті описані найбільш значущі і затребувані функції, якими оснащені програми EzImplant, Ez3D 2009, RealScan, OnDemand3D, Xelis Dental тощо, проте програмне забезпечення комп'ютерних томографів може передбачати цілий ряд додаткових і допоміжних інструментів і опцій.

ПОБУДОВА ПАНОРАМНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗУБНИХ РЯДІВ

Сучасні програми, які призначені для роботи з комп'ютерними томограмами, обов'язково оснащені видимою системою координат, що відповідає площинам X, Y, Z та відображається у вигляді ліній на кожному реформаті MPR і об'ємній моделі (SSD, VR). Лінії координат можуть бути інтерактивними і не інтерактивними. Якщо координата не інтерактивна, площина реформату, що візуалізується, може зміщуватись строго по заданій осі (X, Y, Z), або інтерактивне зображення підлаштовується під фіксовану координату. При інтерактивній системі координат центр перетину може зміщуватись довільно простим захопленням і є центром довільного обертання координат, яке також здійснюється шляхом простого захоплення і довільного переміщення в будь-якому напрямку з будь-яким просторовим нахилом площин.

Спеціалізовані програми для обстеження щелепно-лицевої ділянки, якими оснащені конусно-променеві комп'ютерні томографи, забезпечені інструментами для отримання панорамної томограми шляхом її "вирізання" або, точніше, реформації (реконструкції), тобто побудови на основі вже наявного масиву даних відновленої тривимірної моделі. Для цього або використовується накладання на аксіальну площину стандартного курсу перерізу, що відповідає закладеним в програму шаблонам, або проводиться переріз за довільним курсом, заданим власне дослідником. Програми, що оснащені одночасно функцією довільного курсу перерізу, товщиною шару, який регулюється, та інтерактивною системою координат, є найдосконалішими, оскільки ці функції забезпечують найкращу візуалізацію панорамного зображення. У зв'язку з новизною КТ-технологій, що використовуються, в російськомовній періодиці на цю тему опубліковано лише декілька статей оглядового та рекламного характеру. Основна маса програм конусно-променевих томографів, що виробляються різними фірмами та постачаються у вигляді безкоштовного переглядача, не має повністю інтерактивної системи координат і в закордонній періодичній літературі (*DFMR – Dentomaxillofacial Radiology International Journal of Computerized Dentistry*). Технології отримання панорамних томограм детально не обговорюються. У 2008 р. у видавництві QUEINTSSSENSE вийшли перші дві

книжки з конусно-променевої томографії в стоматології: [Color Atlas of Cone Beam Volumetric Imaging for Dental Applications. Miles, Dale. A., DDS, MS] та [Cone-beam Volumetric Imaging in Dental, Oral and Maxillofacial Medicine: Fundamentals, Diagnostics, and Treatment Planning Book and DVD set], Zoller, Joachim E. та Neugebauer, Jorg. Викладений в них матеріал базується на досвіді роботи з томографами, програмне забезпечення яких також не передбачає наявності інтерактивної системи координат.

Якщо система координат стандартно не інтерактивна, то вертикальний переріз виділеного шару панорамної томограми завжди проходить перпендикулярно аксіальній площині і товщина виділеного шару, необхідна для оптимальної візуалізації зубних рядів, складає не менш 2 см. У цьому випадку отримане зображення має такі ж недоліки, як і звичайна панорамна томограма, тобто, по-перше, кінцеве двовимірне зображення в цілому є суматійним і отримується складанням всіх розташованих послідовно в просторі структур. По-друге, вертикальні осі зубів, особливо фронтальної групи, анатомічно не можуть розташовуватись строго перпендикулярно аксіальній поверхні, тому вони проєктуються на площину панорами при природньому нахилі, що неминуче призводить до проєкційного спотворення величини і форми зуба. Чим більше відхилена вертикальна вісь зуба від просторової вертикалі, тим товщим має бути шар зонограми, а якщо товщим є шар, то гірше забезпечується візуалізація структур, тобто якість кінцевого зображення знижується.

Оптимальна товщина шару фіксованої томограми, що забезпечує найкращу візуалізацію структур, складає 1–2 мм. За нашими спостереженнями, оптимальна товщина шару реформату панорамної томограми знаходиться в межах від 2 до 5 мм. Саме при такій товщині чітко візуалізуються кореневі канали, апікальні отвори, простір періодонтальної зв'язки та найдрібніші патологічні зміни. Крім того, масив зовнішніх кортикальних пластинок альвелярної частини щелеп не бере участі у формуванні зображення. Таким чином, у формуванні зображення при такій товщині шару беруть участь лише структури коренів зуба, губчаста кістка міжзубних та міжкоренових перегородок, а також періапікальний простір, що потрапляє в цей же виділений шар. Однак вертикальні осі зубів мають різне просторове відхилення від строгої вертикальної осі, і тому при стандартному «вирізання» за рекомендованою методикою в шар такої товщини зубний ряд потрапляє лише частково і якісна візуалізація коренів зуба можлива лише у бокових відділах (моляри, премоляри). У зв'язку з цим нами розроблено метод отримання тонкої панорамної томограми з товщиною виділеного шару 2–5 мм, яка дозволяє здійснювати повноцінну візуалізацію коренів всіх груп зубів на одній площині.

Як вже було згадано, наразі лише декілька програм конусно-променевого томографа обладнані одночасно функціями довільного курсу перерізу, рекомендованої товщини шару та інтерактивною системою ко-

ординат. В інструкції користувача для програми EzImplant – CT User Guide. Via Multimedia Tutorial Clinical Cases – рекомендується вирівнювати аксіальну площину паралельно до твердого піднебіння та проводити плавний курс перерізу по центру альвеолярного відростка верхньої щелепи. В результаті отримується панорамна томограма з достатньою візуалізацією лише частини бокових зубів, як було вже сказано вище, і для детального дослідження інших відділів альвеолярного відростка необхідно постійне зсування виділеного шару, тобто робота з програмою. В результаті отримання фіксованого артефакту в паперовому чи плівковому еквіваленті, що відповідає стандартній панорамній панорамі, без збільшення товщини шару практично неможливо. Те ж саме стосується будь-якої іншої КТ-програми.

Однак побудова повноцінної панорамної реконструкції, що відповідає звичній для стоматолога панорамній томограмі зубних рядів, є необхідною дією в загальному алгоритмі обстеження. Перш за все слід відмітити, що поширений термін "ортопантомограма" не коректний в принципі, і правильною назвою знімка, отриманого методом лінійної зонографії щелеп, буде "панорамна томограма зубних рядів" У зв'язку з цим, а також враховуючи те, що отримання подібного зображення під час КТ-дослідження відбувається цілком у інший спосіб, називати "ортопантомограмою" **панорамну реконструкцію зубного ряду**, отриману шляхом реформатів на основі даних КТ, не можна.

Побудову загальної реконструкції зубних рядів здійснюють наступним чином. Площину Y вибудовують відповідно до сагітальної площини, аплощину X вирівнюють так, щоб апікальна третина коренів центральних різців верхньої і нижньої щелепи одночасно потрапляла в площину перерізу. Потім площину Z установлюють на рівні лінії змикання зубів, і курс перерізу проводять по усередненій траєкторії з урахуванням нахилу вертикальних осей зубів так, щоб корені зубів верхньої та нижньої щелепи потрапили у виділений шар мінімально можливої товщини. В результаті виходить панорамна реконструкція зубних рядів з товщиною виділеного шару від 1 до 2 см, що візуально сприймається як звичайна панорамна томограма, але така, що не має стандартних ефектів сумачі з тінями твердого піднебіння, виличної кістки, носа, під'язичної кістки, артефактів від непритисненого язика і т. д.

В основі методу лежать наступні принципові аспекти:

- роздільне дослідження верхньої та нижньої щелеп;
- вирівнювання корональної площини по середній вертикальній осі різців щелепи, що досліджується за допомогою зміщення та обертання координати на сагітальному реформаті;
- проведення курсу перерізу з фіксацією точок курсу строго по просвітах каналів зубів на рівні апікальної третини кореня.

Як відомо з практики, панорамні томограми найкращої якості отримують при обстеженні молодих пацієнтів з цілісними зубними рядами,

ортогнатичним прикусом, у яких вертикальні осі фронтальних зубів оптимально наближені до загальної вертикалі. Це однаковою мірою стосується як звичайних панорамних томограм, так і реконструкцій з КТ. У зв'язку з цим для демонстрації було обрано пацієнта середнього віку з аномалією прикусу, найбільш вираженою у фронтальному відділі, дефектами та деформаціями зубних рядів. Отримати якісне зображення зубних рядів такого пацієнта за допомогою будь-якого виду панорамної томографії вкрай складно. Для того, щоб фронтальна група зубів повністю потрапила у виділений шар, його ширина має бути не менше 20 мм, що призведе до значної сумачії структур і погіршенню візуалізації об'єкта. Стосовно проєкційного спотворення на стандартній панорамній томограмі, то навіть при ідеальному позиціонуванні проєкційне вкорочення фронтальних зубів у даному випадку складе не менше 20 %. При реформації панорамної томограми з мінімальною товщиною шару з КТ згідно з рекомендованою методикою зображення фронтальної групи зубів взагалі не може вважатися інформативним. А візуалізація різних груп зубів можлива лише в динаміці при зсуванні виділеного шару, тобто безпосередньо в процесі роботи з програмою. При збільшенні товщини шару буде спостерігатися таке ж проєкційне спотворення, як на стандартній панорамній томограмі, і значне погіршення якості зображення внаслідок ефекту сумачії.

Згідно з розробленою методикою дослідження проводиться окремо для верхньої та для нижньої щелепи. Починають дослідження з верхньої щелепи:

1. На сагітальному реформаті лінію координати, що відповідає корональній площині, необхідно розташувати строго по вертикальній осі центральних різців верхньої щелепи.

2. На аксіальному реформаті сагітальну вісь вирівняти строго по середині твердого піднебіння. Як орієнтири можна використовувати ікла верхньої щелепи.

3. Площину аксіального реформату слід підняти по осі Z до рівня візуалізації апікальної третини дистального моляра, наявного у зубному ряді.

4. Після активації функції довільного перерізу ("crossection") точку початку перерізу фіксують на відстані близько 1 см дистальніше бугра верхньої щелепи справа, і курс проводять з фіксацією точки на просвітах каналів щічних коренів молярів верхньої щелепи справа.

5. Не відпускаючи ліву кнопку мишки, тобто утримуючи курс перерізу в активному стані, обертанням колеса мишки слід опустити площину реформату до рівня візуалізації апікальної третини премолярів та ікла, фіксувати точки перерізу на просвітах кореневих каналів, далі опустити площину реформату до рівня візуалізації апікальної частини коренів різців і також фіксувати точки перерізу на просвітах кореневих каналів різців.

6. Провести такі ж дії в зворотному порядку, піднімаючи площину аксіального реформату і фіксуючи точки курсу перерізу на просвітах каналів різців, ікла, премолярів і молярів відповідно зліва. Точку, яка завер-

шує переріз, ставлять також на відстані близько 1 см дистальніше бугра верхньої щелепи зліва (аксіальний реформат).

7. Після завершення перерізу візуалізують панорамну томограму, яка відповідає проведеному курсу та заданій товщині – в цьому випадку – 3 мм. При необхідності, якщо апекси деяких зубів частково виходять за межі виділеного шару, його товщину можна збільшити до 5 мм.

8. Отриману томограму збільшують максимально і фіксують у базі даних у вигляді самостійного файлу.

Для отримання панорамної томограми нижньої щелепи необхідно:

1. Змістити площину аксіального реформату по осі Z на ділянку нижньої щелепи і вирівняти корональну площину по вертикальній осі центральних різців нижньої щелепи. Для цього на аксіальному реформаті координату аксіальної площини необхідно перемістити вниз по осі Z, і центр обертання координат встановити по середині центрального різця нижньої щелепи.

2. Потім шляхом обертання координат навколо центру встановити координату корональної площини по вертикальній осі центральних різців нижньої щелепи.

3. Далі площину аксіального реформату необхідно змістити вниз по осі Z до рівня візуалізації апікальної частини дистальних молярів нижньої щелепи та вирівняти координату сагітальної площини строго по центру ділянки проєкції дна порожнини рота.

4. Точку початку перерізу фіксують дистальніше крайнього моляру приблизно в ділянці отвору нижньощелепного каналу, і курс перерізу проводять з фіксацією точок на просвітах кореневих каналів у ділянці апікальної третини за таким самим принципом, як і на верхній щелепі.

5. Після завершення перерізу візуалізують панорамну томограму, що відповідає проведеному курсу та заданій товщині – в цьому випадку – 3 мм.

6. Отриману томограму збільшують максимально та фіксують у базі даних у вигляді самостійного файлу.

Фіксовані в базі даних панорамні томограми верхньої та нижньої щелепи існують вже як самостійні артефакти та можуть бути суміщені в програмі візіографа в єдину панорамну схему зубних рядів, роздруковані в такому вигляді на папері або плівці.

Слід відзначити, що переріз в зоні молярів верхньої щелепи проводиться по щічних коренях. Це пов'язано з тим, що піднебінні корені мають значне відхилення від вертикальної осі та вкрай рідко потрапляють у виділений шар навіть на звичайній панорамній томограмі. Крім того, піднебінні корені молярів, як правило, добре проходимо при ендодонтичному лікуванні, їх кількість завжди стандартна – максимум 6, і їх візуалізація не викликає труднощів при звичайній внутрішньоротовій рентгенографії або мультипланарній реформації. На противагу цьому кількість, форма та

конфігурація щічних коренів молярів дуже варіюється, лікування і візуалізація їх викликає найбільші труднощі.

Візуалізація зубів при вираженій дистонії або значному вестибуло-оральному нахилі однаково ускладнена як при звичайній панорамній томографії, так і при отриманні панорамної томографії з масиву даних КТ.

Вважається, що інформація, що надається комп'ютерною томографією, насамперед актуальна для хірургів-стоматологів та імплантологів. Запропонований метод панорамної візуалізації розширює можливості комп'ютерної томографії як методу обстеження і рекомендований, насамперед, для використання в терапевтичній стоматології та пародонтології, оскільки найкраще порівняно з іншими панорамними рентгенограмами, зонограмами і томограмами демонструє стан коренів зубів, кореневих каналів, періапикальних тканин та кісткової тканини міжзубних перегородок у двовимірному відображенні.

ПРИНЦИПИ КТ-ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У СТОМАТОЛОГІЇ

При роботі з послідовною і спіральною комп'ютерною томографією основним дослідним матеріалом для спеціаліста найчастіше є серія роздрукованих на плівці стандартизованих аксіальних, фронтальних та корональних зрізів, виконаних із завданням інтервалом (кроком). Саме за ними встановлюється діагноз та дається рентгенологічний висновок. Конусно-променева томографія щелепно-лицевої ділянки передбачає дещо інший порядок дій. Стандартний КТ-скринінг у вигляді фіксованих послідовних реформатів для стоматолога є малоінформативним. Принципову значимість для стоматолога являє *прицільна візуалізація зони інтересу, виконана за принципом: мінімум зображень – максимум інформації*. Мистецтво оператора у даному випадку полягає у тому, щоб виявити та визначити структуру чи патологію у тривимірному просторі сканованої ділянки, візуалізувати її з максимальною інформативністю і лише у такому виді зберегти у вигляді окремого файлу на носіїві поза програмою. Вся сканована та фіксована інформація при цьому має бути *доступною та достовірною*.

Під доступністю слід розуміти, по-перше, те, що інформація повинна бути представлена у повному обсязі та сприйматися як за допомогою спеціальної комп'ютерної програми, так і в додатковій формі безпосередньо, без додаткових засобів. Під цим мається на увазі наявність цифрового носія з повним програмним забезпеченням та повним масивом сканованої інформації та одночасно фіксованих як самостійні файли візуалізованих з оптимальною якістю зон інтересу, що легко можуть бути відкриті у будь-якій стандартній програмі для перегляду зображень та роздруковані на папері чи плівці.

По-друге, з огляду на специфіку методів променевого дослідження у стоматології та враховуючи новизну комп'ютерної томографії як методу

дослідження зубно-щелепної системи, фіксовані зображення мають бути представлені двома типами. З одного боку, звичними та зрозумілим будь-якому спеціалісту, навіть такому, який ніколи не працював з КТ, тобто такими, що імітують по суті панорамну томограму зубних рядів (ортопан-томограму) або внутрішньоротовий знімок зуба з характерною сумациєю структур. І з іншого боку, характеризуватися деталізованим показом найдрібніших клінічно значимих подробиць, візуалізованих з використанням усіх необхідних інструментів програми. Таким чином, забезпечується **стандартна та специфічна візуалізація досліджуваної ділянки** з ефектом переходу від простого до складного та від загального до окремого.

Достовірною слід вважати інформацію високої якості, отриману з дотриманням всіх правил позиціонування та режиму зйомки, передану без спотворень у повному обсязі, оброблену при найкращій якості візуалізації, яка об'єктивно та достатньою мірою демонструє стан досліджуваної ділянки, що виключає необхідність повторного чи додаткового променевого дослідження. Таким чином, достовірна інформація, що представлена у достатньому обсязі, повинна задовольнити *мету дослідження*. У стоматології метою КТ дослідження, як правило, є наступне: а) загальна діагностика стану зубно-щелепної системи перед санацією, б) виявлення та диференційна діагностика гаданої патології; в) планування операції імплантації чи іншого хірургічного втручання; г) контроль стану після санації, моніторинг результатів хірургічного втручання чи ходу процесу.

Незважаючи на те, що комп'ютерна томографія є оптимальним методом променевої діагностики у стоматології, не можна не відмітити той факт, що цей вид дослідження є найскладнішим з технічної точки зору. Спеціаліст, що займається комп'ютерною томографією щелепної ділянки, повинен не лише вміти грамотно виконувати необхідні для проведення зйомки дії, але також і досконало знати анатомію, фізіологію і патологію ділянки, що досліджується.

Правильний діагноз – основа будь-якого лікування, і для його постановки необхідний максимум достовірної інформації. Якійсно та оптимально візуалізувати патологічно змінену структуру чи продемонструвати індивідуальну анатомічну особливість пацієнта можна лише спираючись на спеціальні знання, оскільки **неможливо розпізнати та визначити те, стосовно чого досліджувач не був проінформований заздалегідь**. Це стосується не лише рентгеносеміотики різних захворювань, але й специфіки КТ-візуалізації в цілому.

Якщо на двовимірній рентгенограмі одночасно спроектоване сумацийне зображення усіх рентгеноконтрастних структур, що знаходяться у зоні дослідження, то під час КТ-дослідження до виділеного шару (зрізу) потрапляє лише тонкий пласт, що містить інформацію лише про структури, котрі потрапили до конкретної ділянки, обмеженої товщиною виділеного шару. Дана інформація є невід'ємною частиною цілого і при читанні

комп'ютерної томограми повинна слугувати матеріалом для побудови цілісного образу досліджуваної ділянки у **свідомості** дослідника. Таким чином, спеціаліст, що працює з комп'ютерною томограмою, зобов'язаний не лише добре знати топографічну анатомію та рентгеносеміотику, але й прекрасно орієнтуватися у тривимірному просторі досліджуваної ділянки при обмеженні зони візуалізації трьома тонкими інформаційними зрізами.

Звичка до сприйняття сумарного зображення двовимірних рентгенограм, які вважаються невід'ємною частиною дослідження у стоматології, нерідко є причиною діагностичних помилок під час роботи з КТ. Тому фіксовані зображення окремих "зрізів" ("роздруківки") не повинні слугувати основним та єдиним матеріалом для постановки діагнозу – під сучасною КТ-діагностикою розуміється, перш за все, **динамічне інтерактивне дослідження масиву даних за допомогою комп'ютерної програми.**

Як відомо, у стоматології використовується декілька видів і методів радіодіагностики. Для дослідження стану періапикальних тканин традиційно застосовують внутрішньоротову техніку зйомки, розроблену Цешинським. У парадонтології використовується інтерпроксимальна методика, наприклад, "bite-wing", рентгенографія за Рейпером і т. д. Так само під час роботи з комп'ютерною томограмою для візуалізації різних структур та патологічних змін слід використовувати різні методи та прийоми.

Перш за все слід пам'ятати про те, що у професійній КТ-програмі при грамотному використанні інструментів можна задати будь-який кут зору і отримати будь-яку бажану проекцію на будь-якому етапі дослідження. Тому, щоб не виконувати зайвих дій та не витратити час для кожної програми, слід заздалегідь дослідним шляхом визначити алгоритм візуалізації основних стоматологічних патологій. Цілком очевидно, що ці алгоритми будуть різними, наприклад, для дослідження в ендодонтії і періодонтології, для показу положення ретинованих зубів та сторонніх включень, пухлин та переломів щелеп, верифікації та дифдіагностики стоматогенних синуситів і т. д. З урахуванням спеціалізації клініки, вимог конкретного спеціаліста та можливостей програми алгоритми візуалізації можуть бути різними, однак існують загальні положення та закономірності, якими слід керуватися при розробці алгоритму.

Спеціалізовані щелепно-лицьові програми для КПКТ, як правило, створювалися на базі загальнономедичних КТ-переглядачів (CT-viewer). В цих програмах площини мультипланарної реформації від самого початку вибудовані за антропометричним принципом, тобто у відповідності до осей симетрії людського тіла взагалі.

Площини перерізу позначаються латинськими буквами XYZ. Площина Z, або **аксіальний** шар, розташований паралельно основі черепа у положенні фізіологічної норми, площина X – **корональна**, або фронтальна, що забезпечує візуалізацію поперекувертикального перерізу, і площина Y,

що відповідає *sagіtальному*, або вертикальному передньозадньому перерізу. Однак положення окремих структур щелепно-лицевої ділянки рідко співпадає з загальною статичною антропометричною системою координат. Наприклад, кожен зуб і кожен корінь багатокореневого зуба має власні осі симетрії та площини перерізу. Це вертикальна вісь зуба, що відповідає вертикальному вектору прикладання сили в нормі, а також вестибулооральний та мезіо-дистальний переріз. Ці координати є орієнтирами для будь-якого методу візуалізації зубів при будь-якому променевому дослідженні – чи то внутрішньоротовому знімку, позаротовому чи панорамній томограмі. Наприклад, під час інтраоральної рентгенографії зуба в прямій проекції промінь направляється по вестибулооральній осі перпендикулярно мезіо-дистальній площині, і на кінцевому сумарному зображенні можна чітко прокреслити вертикальну вісь зуба (кореня) та визначити його мезіо-дистальну протяжність. Під час використання косих (ексцентричних) проекцій у процесі поліпозиційної зйомки зубів вертикальна вісь зуба слугує віссю обертання для вибору горизонтального кута нахилу тубуса. Таким чином, основним принципом візуалізації зуба (кореня) як у двовимірному, так і у тривимірному вигляді є **побудова його повної вертикалі без спотворення за величиною**. Як вже було сказано, осі XYZ орієнтовані на тіло людини в цілому, і, як наслідок, вертикальна вісь зуба (кореня) з огляду на особливості будови зубощелепної системи, вкрай рідко співпадає з гіпотетичною вертикальною віссю людського тіла (вісь Z), на яку орієнтована вихідна система координат MPR. При фіксованій або не повністю інтерактивній системі координат у програмі КТ можливість повноцінної одномоментної MPR-візуалізації зуба з урахуванням його власних координат практично виключається. На реформатах MPR у даному випадку структура зуба буде представлена фрагментарно, а при збільшенні товщини шару – з проекційним спотворенням. Однак, якщо система координат програми повністю інтерактивна, її можна легко змістити і вибудувати довільно відповідно до просторових координат будь-якого зуба (кореня). В результаті площина X буде розташовуватися відповідно до вестибулоорального перерізу у боковому відділі щелепи (корональний реформат) або мезіодистального для фронтальних зубів, площина Y – мезіодистального перерізу у боковому відділі або вестибулоорального – у фронтальному. Вертикальна вісь зуба, відповідно займе перпендикулярне положення відносно площини Z (аксіальний реформат) і відповідає осі Z. Таким чином, відбувається переорієнтація антропометричної системи координат на власну систему координат зуба або фрагмента щелепи.

Таке просторове положення площин MPR відносно зуба забезпечує максимальну зручність в роботі та достовірність діагностичних маніпуляцій при обстеженні щелеп і дає можливість проводити якісну діагностику в ендодонтії. Проте існує цілий ряд нюансів, які необхідно враховувати. По-перше, у більшості випадків нахил вертикальних осей суміжних одно-

кореневих зубів одного сектора відрізняється незначно і при товщині шару 1–2 мм їх вертикаль легко вивести на одну площину. У той же час слід враховувати можливість непаралельності їх вестибулоорального перерізу, наприклад, при повороті зуба по осі або при значному мезіодистальному нахилі кореня. У зв'язку з цим для діагностики стану кореневих каналів, наявності колатералей та тріщин робота повинна проводитись з кожним коренем окремо, послідовно у всіх трьох напрямках.

По-друге, найкраща візуалізація твердих тканин зуба досягається при товщині виділеного шару 1 мм, проте за наявності апікального вигину кореня верхівка кореня, що обстежується, при такій товщині може залишитись за межами видимого. Тому товщину шару, що візуалізується, слід змінювати залежно від конфігурації каналу. При сильному вигині кореня, наприклад медіального щічного кореня моляра верхньої щелепи, проводять роздільну візуалізацію гирлової та апікальної частин кореня, змінюючи нахил координати відносно вертикальної осі. У деяких випадках для одномоментної візуалізації каналу вигнутого кореня можна провести поперечну крос-секцію цього кореня з вертикальним курсом і мезіодистальним перерізом, проте ця процедура складна з технічної точки зору та далеко не кожний раз вдається отримати інформативне зображення.

По-третє, при фіксації зображення з метою динамічного нагляду за розвитком процесу або оцінки якості лікування необхідно дотримуватись **принципу стандартизації маніпуляцій**. Як вже згадувалось, променеве навантаження при КПКТ, особливо при роботі з апаратами, які мають імпульсну трубку, достатньо низька, що дає можливість проводити обстеження неодноразово протягом року і порівнювати томограми, зроблені в різні періоди часу. Під цим принципом розуміється отримання кожного наступного фіксованого зображення при такому ж положенні координат, ідентичному розмірі зображення та завданій величині об'єкта, який обстежується, як і при попередньому. Тобто фіксовані зображення однієї і тої ж ділянки, отримані з різних томограм, повинні бути ідентичними. Тільки у цьому випадку результати порівняння будуть об'єктивними.

У цьому контексті слід відмітити одну обставину, яка в щоденній практиці трапляється нерідко і часом викликає подив у лікарів. Інколи лікарі при первинному звертанні пацієнта роблять внутрішньоротовий знімок, оцінюють по ньому об'єм деструктивних змін, проводять лікування, але як контрольний знімок, наприклад через півроку, роблять КТ і виявляють, що на томограмі стан кісткової тканини "став ще гіршим" або не змінився, незважаючи на адекватну терапію. Такі висновки є абсолютно помилковими, оскільки зіставляти об'єм візуалізації деструкції кісткової тканини на внутрішньоротовому знімку і на томограмі не можна. Інтраоральний знімок – це сумарне зображення, на якому всі структури накладаються одна на одну, формуючи одну картину, тому тіні кортикальних пластинок, перифокального остеосклерозу під час хронічного перебігу

процесу, суміжних анатомічних структур та іншого значною мірою пере-кривають деструкцію і спотворюють істинні масштаби дефекту. Під час томографії нема сумачії, тому дефект завжди має істинні розміри, і якщо він є, то завжди візуалізується у повному обсязі, незалежно від товщини навколишніх структур. Таким чином, при первинному обстеженні радіолюценція, що відповідає великому дефекту кісткової тканини, на томограмі завжди буде виглядати більшою, ніж на внутрішньоротовому знімку. Особливо це стосується верхньої щелепи, на нижній з огляду на особливості анатомічної будови і умов внутрішньоротової зйомки вертикальну і мезіодистальну протяжність дефекту, як правило, можна порівняти з такими на КТ. У процесі репарації після лікування дефект спочатку заміщається грубоволокнистою кістковою тканиною, яка хаотично заломлює промінь, з огляду на що зона репарації певний час може виглядати щільнішою, ніж навколишня тканина, і на звичайному знімку спостерігається видимість повного відновлення дефекту. Проте відновлення деструкції проходить від периферії до центру і центр "колишнього дефекту" на момент контрольного обстеження може все ще складатись з рентгенопрозорої фіброзної тканини, що і виявляється на КТ. Розмір радіолюценції, обумовленої наявністю фіброзної тканини і такої, що відповідає стану кісткової тканини на етапі репарації, може мати на томограмі приблизно такий же розмір, як просвітлення на первинному внутрішньоротовому знімку, але це зовсім не означає, що прогресивних змін немає, але це вказує на різні ступені інформативності різних методів обстеження, тому **діагностичний моніторинг повинен здійснюватися за допомогою ідентичних методів обстеження**, і найвірогіднішим і найінформативнішим на сьогодні є комп'ютерна томографія.

Для фіксації зображення MPR як самостійного файлу з розширенням .jpg можна рекомендувати створення зонограми на одному з реформатів, щоб імітувати стандартну рентгенограму та полегшити зорове сприйняття обстеження. Товщина зонограми повинна дорівнювати вестибулооральному розміру зуба або товщині всієї альвеоли. Фронтальну групу зубів логічніше фіксувати як зонограму на корональному реформаті, а моляри і премоляри – на сагітальному, при цьому не слід забувати, що при зміщенні сагітальної площини латерально, не важливо на праву або на ліву половину зубних рядів – зубний ряд і справа, і зліва відображається однаково, а не дзеркально, як на панорамній томограмі. Якщо є необхідність надавати зображенню сектора такий же вигляд, як на пантомограмі, при переміщенні сагітальної площини з однієї сторони зубного ряду на іншу перехрестя координат слід розвертати на 180°.

Найважливіший з клінічної точки зору невеликий об'єкт або структура, які зберігаються у вигляді двовимірного зображення, мають бути збільшені, а сама картинка не повинна рясніти зайвими і такими елементами, що відволікають увагу і не мають клінічного значення. Наприклад,

у процесі діагностики одонтогенного гаймориту при зоні сканування 15×15 немає сенсу залишати в межах видимості нижню щелепу і лобні пазухи, а при виявленні гіпоплазії емалі зачатку зуба достатньо поля зору всього 2–3 см навколо об'єкту. Проте в деяких випадках надмірне збільшення може призвести до зниження якості зображення та погіршення сприйняття, тому слід пам'ятати, що збільшувати об'єкт і фіксувати зону інтересу слід так, щоб не лише власне об'єкт виразно сприймався, але й структури, що його оточують, легко упізнавались, визначалась їх анатомічна належність і просторове положення.

У деяких спеціалізованих КТ-переглядачах MPR позиціонується як допоміжна функція, а основний робочий інтерфейс являє собою вікно з панорамною зонограмою (панорамний вид, panoramic view) і серію трансверзальних (поперечних) вестибулооральних перерізів зубних рядів. Для спеціалістів, які починають працювати з КТ, це достатньо зручно, особливо при плануванні операцій імплантації. Проте у подальшому стає зрозумілим, що для більш детального вивчення щелепно-лицевої ділянки і повноцінної діагностики в пародонтології необхідно використовувати максимум можливостей програми і MPR підходить для цих цілей найкраще. Наприклад, повноцінно візуалізувати одночасно всі три корені моляра верхньої щелепи в трьох проекціях можна тільки за допомогою мультипланарної реформації. Для цього необхідно використовувати наступний прийом. Зауважено, що, якщо встановити вісь Z відповідно вертикальній осі дистального щічного кореня і на аксіальному реформаті позначити просвіт його каналу як вершину кута, то стане зрозуміло, що лінії, проведені від нього до просвіту каналів мезіального і піднебінного коренів, у більшості випадків утворюють прямий кут. Ця особливість дає можливість вибудувати координати одночасно по всіх трьох коренях, регулюючи нахил площин і товщину виділеного шару і стає можливим повноцінно візуалізувати на сагітальному реформаті одночасно обидва щічних корені, на корональному – дистальний і піднебінний, а на аксіальному – топографію кореневих каналів, до того ж без проекційного спотворення і з повноцінним показом довжини кожного кореня по вертикальних осях (якщо, звичайно, корінь не має вираженої дилаceraції). Другі моляри верхньої щелепи часто мають нестандартну будову, і найчастішим варіантом є зрощення піднебінного і мезіального щічного коренів. У цьому випадку як вершину кута слід вибирати просвіт медіального кореня. Такий спосіб візуалізації молярів верхньої щелепи дозволяє повною мірою оцінити не лише стан коренів зубів, але і достовірно, без значної долі "припущення" оцінити взаємовідношення апексів коренів і верхньощелепного синуса, а також стан кісткової тканини в ділянці фуркації коренів. Уточнену принципову діагностику мезіобукального кореня проводять окремо, оскільки це найскладніший для обстеження і лікування корінь.

При діагностиці періапікальних деструкцій, кіст і обмежених новоутворень необхідно проводити **поліпозиційну візуалізацію**, під якою розуміється: а) побудова панорамної зонограми, яка охоплює процес і навколишню кісткову тканину у повному обсязі (при необхідності додатково фіксувати зображення в режимі MIP); б) вибудова перерізу MPR згідно з максимальною довжиною утворення (деструкції) у всіх трьох вимірах, щоб оцінити його справжній об'єм і форму; в) візуалізація взаємовідношення утворення (деструкції) з зубами стосовно сектора, якщо воно розміщене у безпосередній близькості до зубів, щоб виключити або підтвердити одонтогенну природу процесу.

Візуалізація за таким самим принципом здійснюється при обстеженні ретинованих зубів – зонограма, що імітує звичайний знімок, прицільна MPR ретинованого зуба з орієнтацією по його вертикальній осі. При обстеженні зачатків зубів з підозрою на гіпоплазію емалі або аномалію будови слід використовувати прицільну кубічну фрагментацію об'ємної моделі зі збільшенням (3D Zoom-Cube).

При наявності щільного утворення, наприклад одонтоми, або у випадку сильного стоншення навколишньої кісткової тканини при порожнинних утвореннях і остеомієлітах візуалізацію логічніше проводити додатково з більшою товщиною шару і в режимі MIP.

Обстеження скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩ) слід вважати однією з найскладніших діагностичних процедур. Це обумовлено тим, що СНЩ є динамічною структурою і складається з різнорідних тканин. При дисфункції, коли в патологічний процес залучається тільки зв'язковий апарат, незважаючи на виражені клінічні симптоми, на рентгенограмі і КТ стосовно кісткової структури дослідник буде визначати стан відносної норми. Оптимальним обстеженням при дисфункції суглоба (гіпермобільність суглобів, дислокація диска, асинхронні рухи тощо), а також гострих артритів слід вважати проведення лінійної зонограми у боковій проекції послідовно з відкритим і закритим ротом у поєднанні з магнітно-резонансною томографією (МРТ). У випадку зберігання МРТ-сканів у вигляді файлів у форматі DICOM спеціаліст, котрий займається діагностикою, має можливість повноцінно переглядати МРТ у програмі, призначеній для перегляду КТ, причому як у стандартному чорно-білому виконанні, так і з використанням кольорових фільтрів, що значно підсилює інформативність зображення.

Прямим показанням для проведення КТ СНЩ є механічна травма і патології, що супроводжуються деструктивними і продуктивними змінами кісткової тканини, тобто артрози і пухлини. Деякі КТ-програми оснащені спеціальними інструментами для роботи з СНЩ, оскільки звичайний перегляд фіксованих сканів стандартної нарізки далеко не завжди може дати досліднику об'єктивну інформацію. Це пов'язане з особливим просторовим положенням структур СНЩ та наявністю власних осей

симетрії, що не відповідають фіксованим антропометричним координатам. КТ-програма, яка оснащена інтерактивною системою координат і товщиною шару, що регулюється, найкраще підходить для обстеження СНЩС, оскільки здатна забезпечити оптимальну візуалізацію.

Невеликі за розміром зміни, такі, як субхондральні ерозії, осередки перебудови кісткової тканини, лінії перелому суглобового відростка тощо, слід візуалізувати за допомогою відповідних інструментів, описаних у *розділі 1*. Проте у загальному плані при умові, що зона сканування складає більш ніж 12 см в поперечнику, обстеження слід починати з побудови загальної корональної зонограми двох суглобів. Для цього необхідно побудувати площину X згідно з вертикалями суглобових відростків одночасно обох суглобів і завдати товщину шару, що відповідає загальній передньозадній довжині суглобових голівок. Другим етапом слід забезпечити MPR-візуалізацію кожного суглоба окремо. При цьому площину X необхідно розташувати відповідно вертикальної осі виросткового відростку по вертикалі і трансверзально відносно поперечного перерізу суглобової голівки, площину Y вирівняти по гілці щелепи у передньозадньому напрямку і завдати товщину шару, яка дозволяє захопити в поле зору вінцевий відросток.

Площина Z може бути фіксована на будь-якому рівні, цікавому для дослідника. Таким чином, спеціаліст отримує зображення СНЩС у трьох проекціях з різною товщиною шару, що забезпечує його максимумом інформації при мінімумі фіксованих зображень.

У всьому світі золотий стандарт обстеження при плануванні ортодонтичного лікування – це телерентгенографія (ТРГ), проте в останні роки у практику починає впроваджуватися новий метод – тривимірна цефалометрія. У основі методу лежить обстеження об'ємної моделі КТ за допомогою різних опцій програми і побудова необхідних проекцій з урахуванням просторового положення цефалометричних орієнтирів. Для 3D-цефалометрії існують додаткові програми, проте при зоні сканування не менш 15×15 см за допомогою опції режиму X-R спеціаліст має можливість отримати імітацію стандартної ТРГ, тільки називатись таке зображення буде вже інакше – **сумарна бокова проекція у режимі рентгенограми**.

При обстеженні щелепно-лицевої ділянки знання анатомії, рентгеносиміютики, розвинуте просторове мислення у поєднанні зі знанням можливостей програмного забезпечення комп'ютерного томографа дозволяють отримати максимум діагностичної інформації, яка має величезну цінність як для стоматології і щелепно-лицевої хірургії, так і для отоларингології. При грамотному користуванні інтерактивною системою координат можна детально обстежити додаткові синуси носа, піраміду скроневої кістки, соскоподібний відросток, слухові кісточки тощо.

ВИСНОВКИ

Стоматолог повинен провести клінічне обстеження, вивчити історію хвороби пацієнта, а також враховувати вразливість пацієнта до факторів навколишнього середовища, які можуть вплинути на здоров'я порожнини рота ще до проведення рентгенографічного дослідження. Цією інформацією повинен керуватися стоматолог при визначенні типу діагностики, яка буде використовуватися, частоти її використання і кількості зображень, які необхідно отримати. Рентгенографія повинна бути проведена лише тоді, коли є ймовірність, що діагностика матиме значимість для догляду за пацієнтом.

Стоматологи повинні розробити і впровадити програму радіаційного захисту в своїх кабінетах. Крім того, вони повинні бути в курсі стосовно безпеки і наявності нового обладнання, сировини, матеріалів і технік, які могли б ще більше поліпшити діагностичні можливості рентгенографії і знизити її ризик.

Комплексне застосування в єдиній схемі обстеження пацієнтів клінічних даних та результатів рентгенологічного дослідження з наступним аналізом їх рентгеномоніторного зображення дозволяє не тільки уточнити діагностику, але й оцінити ефективність лікування залежно від нозологічної форми захворювання та віку пацієнта.

ЛІЦЕНЗІЙНІ ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ КРОК-3. СТОМАТОЛОГІЯ

(2017 рік, листопад). Віна відповідь – А

1. Пацієнтка 56 років скаржиться на наявність каріозної порожнини в 2.6 зубі. Об'єктивно: на жувальній поверхні зуба 2.6 каріозна порожнина, що не сполучається з порожниною зуба. Зондування і термічна реакція безболісні. На рентгенограмі визначається нерівномірне розширення періодонтальної щілини. Який остаточний діагноз?

- A. Хронічний фіброзний періодонтит зуба 2.6.
- B. Хронічний фіброзний пульпіт зуба 2.6.
- C. Хронічний гранульований періодонтит зуба 2.6.
- D. Хронічний грануломатозний періодонтит зуба 2.6.
- E. Хронічний глибокий карієс зуба 2.6.

2. Жінка 40 років скаржиться на кровоточивість ясен під час чищення зубів. Об'єктивно: ясна нижньої та верхньої щелеп гіперемовані, з синюшним відтінком, кровоточать під час зондування. На зубах незначна кількість зубних відкладень. Патологічна рухомість 31, 41 зубів І ступеня. Пародонтальні кишені – 1–3 мм, в яких серозний екссудат. На рентгенограмі спостерігається незначний остеопороз і резорбція міжкоміркових перегородок до 1/3 їх висоти. Який найбільш імовірний діагноз?

- A. Генералізований пародонтит, І ступінь, хронічний перебіг.
- B. Генералізований пародонтит, І ступінь, загострений перебіг.
- C. Хронічний катаральний гінгівіт.
- D. Генералізований пародонтит, початковий ступінь, хронічний перебіг.
- E. Генералізований пародонтит, початковий ступінь, загострений перебіг.

Березень, 2018. Вірна відповідь – А.

3. Чоловік 49 років звернувся до терапевта-стоматолога з метою санації порожнини рота перед протезуванням. Об'єктивно: в 15 – на дистальній поверхні каріозна порожнина. Зондування, перкусія безболісні. На рентгенограмі 15 помітне розширення періодонтальної щілини в ділянці апексу. До якої межі у даному випадку доцільно заплombувати кореневі канали?

- А. До анатомічної верхівки. Д. Не доводити матеріал до верхівки.
В. До фізіологічної верхівки. Е. До рентгенологічної верхівки.
С. Вивести матеріал за верхівку.*

4. Жінка 25 років скаржиться на зміну кольору 13 зуба, естетичний недолік. В анамнезі лікування даного зуба із приводу ускладненого карієсу, алергія на пластмасу. Об'єктивно: 13 зуб має темно-сірий колір, дефект, відновлений пломбою. На рентгенограмі канал кореня заплombований до верхівки. Яка з перерахованих штучних коронок показана для даної хворої?

- А. Металокерамічна. С. Металопластмасова. Е. Штампована.
В. Лита. Д. Пластмасова.*

5. Хворого 32 років турбує зміна кольору зуба та неприємні відчуття, що виникають під час розжовування твердої їжі. Об'єктивно: у 45 зубі каріозна порожнина, яка сполучається з порожниною зуба; зондування дна каріозної порожнини безболісне та реакція на термічні подразники відсутня. Вертикальна перкусія слабкоболісна. Слизова оболонка ясен біля зуба пастозна, ціанотична, є нориця з гнійним відділенням. Регіональний лімфаденіт. Складіть план лікування:

- А. Рентгенологічне дослідження 45 зуба, одночасна медикаментозна та механічна обробка корневих каналів з наступним пломбуванням корневих каналів.
В. Провести періостеотомію, призначити антимікробну терапію.
С. Видалити зуб, призначити антимікробну терапію.
Д. Розкрити зуб, видалити пухлики маси, дати відтік ексудату.
Е. Е. –.*

6. У хворого на вестибулярній поверхні в пришийковій ділянці 11 зуба – крейдоподібна пляма, що з'явилась після прорізування зуба. При зондуванні поверхня плями гладенька, безболісна. Які додаткові дослідження необхідно зробити для постановки діагнозу?

- А. Вітальне фарбування. С. Рентгенологічне. Е. Біопсія.
В. Мікробіологічне дослідження. Д. Цитологічне.*

7. Жінка 25 років скаржиться на зміну кольору 13 зуба, естетичний недолік. В анамнезі лікування даного зуба із приводу ускладненого карієсу, алергія на пластмасу. Об'єктивно: 13 зуб має темно-сірий колір, дефект, відновлений пломбою. На рентгенограмі канал кореня заплombований до верхівки. Яка з перерахованих штучних коронок показана для даної хворої?

А. Металокерамічна.

Д. Пластмасова.

В. Лита.

Е. Штампована.

С. Металопластмасова.

8. Пацієнт 65 років скаржиться на гострий біль у ділянці суглобів, який набув затяжного характеру з періодичними загостреннями найчастіше весною та восени. Захворювання пов'язує з грипом, що переніс раніше. На рентгенограмі скроневопідщелепного суглоба: деструктивні та реактивні зміни, часткова резорбція суглобової голівки та деформація суглобового горбика. Який найбільш імовірний діагноз?

А. Артритаартроз скроневопідщелепного суглоба.

В. Синдром Костена.

С. Анкілоз скроневопідщелепного суглоба.

Д. Гострий артрит.

Е. Хронічний травматичний артрит.

9. Хворий 33 років звернувся в клініку зі скаргами на періодичне порушення носового дихання. Відчуття важкості в лівій половині голови. При риноскопії виявлена гіпертрофія нижньої носової раковини, синюшність. При огляді порожнини рота виявлений зруйнований зуб 2.6, який періодично турбує хворого. На рентгенограмі верхньощелепної пазухи спостерігається пристінкове затемнення, особливо в ділянці дна. Який діагноз можна припустити?

А. Хронічний одонтогенний катаральний гайморит.

В. Хронічний одонтогенний поліпозногнійний гайморит.

С. Інтерстиціальна кіста верхньощелепної пазухи.

Д. Прикоренева кіста.

Е. Гострий одонтогенний гайморит.

10. Хворому 45 років в амбулаторних умовах після клінічного та рентгенологічного дослідження встановлено діагноз: гострий одонтогенний остеомиєліт нижньої щелепи, хронічний періодонтит 45, 46, 47 зубів. Ваша тактика:

А. Направлення хворого на стаціонарне лікування.

В. Протизапальна терапія.

С. Видалення зубів.

Д. Терапевтичне лікування зубів.

Е. Періостомія.

11. До травмпункту щелепно-лицьового стаціонару звернувся хворий 23 років зі скаргами на біль в ділянці верхньої щелепи, порушення прикусу, нудоту, запаморочення. Побитий невідомими близько 4 год тому. При огляді визначається рухливість кісток носа, "ходінка" за нижньоочним краєм. Рентгенографічно лінія перелому проходить через корінь носа, нижньоочну щілину, вилично-максиллярний шов по обидва боки. Який тип перелому верхньої щелепи в даногохворого?

А. Ле Фор за середнім типом.

Д. За Вассмундом 1..

В. Ле Фор за нижнім типом.

Е. За Вассмундом 2..

С. Ле Фор за верхнім типом.

12. Батьки дівчинки 11 років звернулися зі скаргами на наявність пухлино-подібного новоутворення на нижній щелепі справа. При об'єктивному обстеженні виявлено набряк слизової в ділянці 43, 44, 45 зубів. Відмічається симптом Дюпюїтрена. На рентгенограмі: дефект кісткової тканини на нижній щелепі справа, овальної форми, з чіткими краями, в якому фолікул 44 зуба. Поставте діагноз:

A. Фолікулярна кіста.

D. Одонтома.

B. Радикулярна кіста.

E. Хронічний остеомієліт нижньої щелепи.

C. Остеобластокластома.

13. У дитини 14 років діагностовано остеобластокластоми (кістозна форма). На рентгенограмі правої половини нижньої щелепи: вогнище резорбції кісткової тканини із зоною склерозу навколо. У вогнищі ураження виявляються множинні дрібні порожнини, горизонтальна резорбція коренів зубів, що розташовані в зоні пухлини. Яке лікування показано хворому?

A. Хірургічне.

C. Променева терапія.

E. Симптоматичне.

B. Хіміотерапія.

D. Комбіноване.

14. У хворого 42 років в передньому відділі піднебіння є випинання, яке повільно збільшувалося протягом 5 років. Слизова над ним в кольорі не змінена, зуби 12, 11, 21, 22 інтактні, стійкі. На внутрішньоротовій рентгенограмі альвеолярного відростка верхньої щелепи спостерігається осередок деструкції кісткової тканини з чіткими межами розміром $1,5 \times 1,5$ см у ділянці піднебінного шва. Періодонтальні щілини зубів 12, 11, 21, 22 добре визначаються. Який найбільш імовірний діагноз?

A. Кіста носопіднебінного каналу.

B. Радикулярна кіста зубів 11, 21.

C. Фолікулярна кіста зубів 11, 21.

D. Хронічний грануляційний періодонтит зубів 12, 11, 21, 22.

E. Хронічний гранулематозний періодонтит зубів 12, 11, 21, 22.

15. Пацієнт 50 років скаржиться на мимовільний нападоподібний біль від температурних подразників в зубі 1.7. Тиждень тому зуб лікували з приводу пульпіту. Об'єктивно: 17 зуб запломбований, перкусія чутлива, реакція на температурний подразник – тривалий біль, яка поступово посилюється. На рентгенограмі: піднебінний канал запломбований на 1/3, в щічних каналах матеріал не простежується. Що з перерахованого є імовірною причиною ускладнення?

A. Неповна екстирпація пульпи.

B. Неадекватне пломбування каналів.

C. Розвиток інфекції внаслідок поганої антисептичної обробки корневих каналів.

D. Травма при проведенні попередніх маніпуляцій.

E. Розвиток запалення в періодонті.

16. Пацієнт звернувся зі скаргами на клацання у скронево-нижньощелепних суглобах. При об'єктивному обстеженні пацієнта відзначається зни-

ження нижньої третини обличчя, стертість штучних зубів у протезах, якими користується протягом 10 років. Природні зуби не мають пар антагоністів. На рентгенограмі: деструктивні зміни у скроневопідщелепних суглобах. Яка причина даного ускладнення?

- А. Зниження міжальвеолярної висоти внаслідок тривалого користування частковими знімними протезами.*
- В. Часткова відсутність зубів.*
- С. Вік хворого.*
- Д. Артроз СНЩС.*
- Е. Артроит СНЩС.*

17. Після клінічного і рентгенологічного обстеження хворому віком 19-ти років встановлено діагноз: співустя порожнини рота з гайморовою пазухою, яке утворилося після видалення зуба 1.6. Який спосіб закриття сполучення порожнини рота з верхньощелепною пазухою буде оптимальним для даного хворого?

- А. Клапоть зі слизової оболонки щоки та вестибулярної поверхні альвеолярного відростка.*
- В. Вільна пересадка слизової оболонки щоки та вестибулярної поверхні альвеолярного відростка.*
- С. Філатовська стеблина зі слизової оболонки щоки та вестибулярної поверхні альвеолярного відростка.*
- Д. Клапоть зі слизової оболонки верхньої губи та щоки.*
- Е. Клапті зі слизової оболонки щоки та піднебіння.*

18. Жінка віком 40 років скаржиться на підвищену чутливість зубів до термічних подразників. Об'єктивно: ясна бліді та щільні, пародонтальні кишені відсутні, шийки зубів оголені на 1–1,5 мм, зуби нерухомі. На рентгенограмі спостерігається рівномірне зниження висоти міжкоміркових перегородок у межах 1/3 їх висоти. Який найбільш імовірний діагноз?

- А. Пародонтоз, I ступінь.*
- В. Пародонтоз, II ступінь.*
- С. Генералізований пародонтит, II ступінь, хронічний перебіг.*
- Д. Атрофічний гінгівіт.*
- Е. Генералізований пародонтит, I ступінь, хронічний перебіг.*

19. Хворий 50 років скаржиться на підвищену чутливість оголених шийок зубів, зміщення зубів, свербіння у яснах, біль у 43, 42, 41, 31, 32, 33 зубах від дії хімічних і термічних подразників. Об'єктивно: ясна щільні, анемічні. Шийки зубів оголені на 5–7 мм, пародонтальні кишені відсутні, патологічна рухомість зубів I ступеня. На рентгенограмі виявлена рівномірна атрофія міжкоміркових перегородок до 2/3 їх висоти. Який найбільш імовірний діагноз?

- А. Пародонтоз, III ступінь.*
- В. Пародонтоз, II ступінь.*
- С. Хронічний катаральний гінгівіт.*
- Д. Генералізований пародонтит, II ступінь, хронічний перебіг.*
- Е. Атрофічний гінгівіт.*

20. Хворий 42 років звернувся зі скаргами на кровоточивість ясен під час чищення зубів, наявність зубних відкладень. Об'єктивно: ясна в ділянці зубів верхньої і нижньої щелеп ціанотичні, глибина пародонтальних кишень – 3 мм, рухомість зубів I ступеня. Індекс РМА – 25 %, кровоточивість сосочків I ступеня. На рентгенограмі – резорбція міжальвеолярних перетинок на 1/3 їх висоти. Який найбільш імовірний діагноз?

- А. Генералізований пародонтит I ступеня тяжкості, хронічний перебіг.*
- В. Генералізований пародонтит I ступеня тяжкості, стадія стабілізації.*
- С. Генералізований пародонтит II ступеня тяжкості, стадія загострення.*
- Д. Локалізований пародонтит I ступеня тяжкості, хронічний перебіг.*
- Е. Генералізований пародонтит III ступеня тяжкості, хронічний перебіг.*

21. Хворий 25 років скаржиться на випадіння пломби в зубі 4.4. При огляді на апроксимально-жувальній поверхні – наявна порожнина. Зондування, перкусія і реакція на термічні подразники безболісні. Рентгенологічно: периапікальне вогнище деструкції кісткової тканини округлої форми з чіткими краями. Яким буде діагноз?

- А. Хронічний гранулематозний періодонтит.*
- В. Хронічний грануляційний періодонтит.*
- С. Хронічний глибокий карієс.*
- Д. Хронічний гангренозний пульпіт.*
- Е. Хронічний фіброзний періодонтит.*

22. У хворого 51 року на профогляді стоматолог відзначив бліді ясна з дещо тьмяним епітелієм, сосочки ясен у фронтальній ділянці мають припухлі верхівки. Під час пальпації ясна щільні, безболісні, не кровоточать при подразненні. Незначне оголення шийок в межах частокміліметра. Пародонтальні кишені відсутні. Супутні захворювання: атеросклероз. Яке дослідження необхідно провести для встановлення діагнозу?

- А. Рентгенодіагностика.*
- В. Ехоостеометрія.*
- С. Проба Шіллера–Писарева.*
- Д. Цитологія.*
- Е. Мікробіологічне дослідження.*

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які загальноклінічні фактори можуть визначити тип(и) рентгенографії?
2. Які критерії відбору пацієнтів для проведення рентгенологічного дослідження в стоматології?
3. Які рекомендації для призначення стоматологічної рентгенографії?
4. Поясніть рекомендацій для призначення стоматологічної рентгенографії.
5. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити первинному пацієнту з захворюваннями ротової порожнини?
6. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити постійному пацієнту з клінічними карієсом або підвищеним ризиком виникнення карієсу?

7. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити постійному дорослому пацієнту без зубів?
8. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити постійному пацієнту без клінічного карієсу або з підвищеним ризиком виникнення карієсу?
9. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити постійному пацієнту з захворюваннями тканин пародонту?
10. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити пацієнту первинному або постійному з метою контролю росту та розвитку?
11. Які рентгенологічні дослідження доцільно проводити пацієнтам з іншими захворюваннями?
12. Яким чином можна обмежити опромінення?
13. Як вибрати рецептор? Тримачі рецепторів.
14. Що таке колімація?
15. Яка робоча напруга та тривалість опромінення?
16. Як провести екранування пацієнта і його розміщення?
17. Який захист оператора?
18. Які ручні рентгенографічні апарати?
19. Яка експозиція фотоплівки і її обробка? Безплівкові технології.
20. Які гарантії якості?
21. Які технічні графіки/протоколи?
22. Які попередження про радіаційні ризики?
23. Яке навчання та підвищення кваліфікації?
24. Що собою являє конуснопроменева комп'ютерна томографія (КПКТ)?
25. Які особливості сканування КПКТ?
26. Яке програмне забезпечення та віртуальні інструменти КТ?
27. Як побудувати панорамну реконструкцію зубних рядів у КТ?
28. Які принципи КТ-візуалізації в стоматології?

ЛІТЕРАТУРА

1. Рабухина Н. А. Рентгенодиагностика в стоматологии / Н. А. Рабухина, А. П. Аржанцев. – Москва : ООО "Медицинское информационное агентство", 1999. – 452 с.
2. Рогацкин Д. В. Искусство рентгенографии зубов / Д. В. Рогацкин, Н. В. Гинали. – Москва : Воок, 2007. – 149 с.
3. Совершенствование методов рентгенологического исследования корневых каналов зубов / А. П. Аржанцев, З. Р. Ахмедова, С. А. Перфильев, Ю. А. Винниченко // Стоматология. – 2009. – № 4. – С. 48–52.
4. Khayat Bertrad. Конусный луч в эндодонтии / Bertrad Khayat, Jean-Charles Michonneau // Эндодонтическая практика. – 2009. – Март. – С. 23–28.
5. Рогацкин Д. В. Радиодиагностика челюстно-лицевой области. Конусно-лучевая компьютерная томография. Основы визуализации / Д. В. Рогацкин. – Львов : Галдент, 2010. – 148 с.
6. Сучасні аспекти рентгенології в стоматології / П. В. Куц, В. П. Неспрядько, М. М. Угрін та ін. // Новини стоматології. – 2011. – № 1. – С. 64–69.

7. Вяткин В. Ю. Конусно-лучевая компьютерная томография – будущее рентгенодиагностики в стоматологии / В. Ю. Вяткин // Дентаклуб. – 2011. – № 2. – С. 8–11.

8. Navid Saberi. КЛКТ в эндодонтии: введение / Navid Saberi // Эндодонтическая практика. – 2013. – № 1. – С. 20–24.

9. Dhingra Anil. Конусно-лучевой компьютерный томограф и МТА в лечении инвазивной внешней резорбции: клинический случай / Anil Dhingra, Mukul Verma // Эндодонтическая практика. – 2011. – Март. – С. 19–24.

10. Коробейнікова Ю. Л. Порівняльна характеристика сучасних рентгенологічних методів діагностики в стоматології / Ю. Л. Коробейнікова // Вісник ВДНЗУ "Українська медична стоматологічна академія". – Полтава, 2013. – Т. 13, вип. 3(43). – С. 44–46.

11. Применение компьютерной томографии в терапевтической стоматологии / Р. С. Назарян, Ю. В. Фоменко, Н. А. Щебликина и др. // Современная стоматология. – 2015. – № 4. – С. 24–26.

12. Сучасні аспекти променевих методів діагностики при плануванні дентальної імплантації і на етапах хірургічної реабілітації / Г. Б. Проць, В. П. Пюрик, Ю. І. Солоджук та ін. // Український стоматологічний альманах. – 2016. – № 3 – Т. 2. – С. 87–92.

13. Abdelkarim A. Three-dimensional imaging for indirect-direct bonding could expose patients to unnecessary radiation. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2017Jan;151(1):6. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.10.006. PubMed PMID: 28024783.

14. Про затвердження Державних санітарних правил і норм "Гігієнічні вимоги до влаштування та експлуатації рентгенівських кабінетів і проведення рентгенологічних процедур" Наказ Міністерства охорони Здоров'я України від 4 червня 2007 року N 294 зареєстровано в Міністерстві Юстиції України 7 листопада 2007 р. за N 1256/14523 із змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства охорони здоров'я України від 22 вересня 2017 року N 1126

15. Туманська Н. В. Методи променевої діагностики : навч. посібник / Н. В. Туманська, О. Г. Нордіо, Т. М. Кічангіна. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. – 143 С.

16. https://fmza.ru/upload/medialibrary/cc1/sz_stomatologiya_2018.pdf

17. Навчальне видання Центр тестування професійної компетентності фахівців з вищою освітою напрямів підготовки "Медицина" і "Фармація". Збірник тестових завдань для складання ліцензійного іспиту: Крок 3. Стоматологія. Київ. Центр тестування професійної компетентності фахівців з вищою освітою напрямів підготовки "Медицина" і "Фармація" (українською мовою) 2018. – 24 с.

17. Possibilities of modern x-ray examination methods for diagnostics of hidden dental caries of approximal localization / I. I. Sokolova, S. I. German, T. V. Tomilina et all // Wiadomości Lekarskie. – Т. LXXII, N 7. – 2019. – С. 1258–1265. (Скопус).

Навчальне видання

Соколова Ірина Іванівна
Удовиченко Наталія Миколаївна
Герман Світлана Іванівна
Томіліна Тетяна Вікторівна
Олейнічук Валерій Вікторович
Хлистун Наталія Леонідівна

РЕНТГЕНОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ: РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВІДБОРУ ПАЦІЄНТІВ І ОБМЕЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ

***Навчально-методичний посібник
для лікарів-інтернів за спеціальністю «Стоматологія»
та лікарів-стоматологів***

Відповідальний за випуск І. І. Соколова



Редактор Е. Є. Депрінда
Коректор Є. В. Рубцова
Комп'ютерна верстка О. Ю. Лавриненко
Комп'ютерний набір С. І. Герман

Формат А5. Ум. друк. арк. 4,0. Зам. № 20-34038.

**Редакційно-видавничий відділ
ХНМУ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022
izdatknmurio@gmail.com**

Свідectво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництв, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії ДК № 3242 від 18.07.2008 р.