

DOI: 10.26693/jmbs06.03.269

УДК 616.31;617.52-089,616.31-053.2/5

Костенко Є. Я., Ратушний Р. І., Богдан І. М.,
Білинський О. Я., Костенко С. Б.

ДИСКРЕТНО-ПОДІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРИАНГУЛЯЦІЙНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ СКЛАДОВИХ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ЛІКАРЯ-СТОМАТОЛОГА ПРИ ЕНДОДОНТИЧНИХ МАНІПУЛЯЦІЯХ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

На сьогоднішній день в сучасній стоматології одним з актуальних завдань є підвищення рівня продуктивності праці лікаря-стоматолога, зі збереженням його психічного і фізичного здоров'я. Для пошуків раціонального вирішення даного питання велику увагу приділяють ергономіці, яка спрямована на охорону праці лікарів, підвищення ефективності та якості їх роботи, створення для них оптимальних робочих умов, забезпечення безпеки та комфортності для пацієнтів, а також на розробку новітнього стоматологічного обладнання.

Мета дослідження – описати клініко-експериментальне прогнозування впливу похідних ергономіки роботи лікарів-стоматологів на результат ендодонтичних маніпуляцій.

Методи дослідження: цільові методи дослідження, зокрема Rapid Entire Body Assessment (REBA) та Rapid Upper Limb Assessment (RULA), програмне забезпечення Tecnomatix Jack (Siemens), StatPlusPro для Windows.

Предмет дослідження: досліджувана вибірка з 32 лікарів-стоматологів (17 лікарів-стоматологів чоловічої статі (53,13%) та 15 лікарів-стоматологів жіночої статі (46,88%)), які забезпечують стоматологічний прийом на базі Університетської стоматологічної поліклініки, а також в межах інших клінічних баз стоматологічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Результати. Аналізуючи кінцеві результати виконаних ятрогенних втручань, спостерігається безпосередній вплив ергономіки роботи, обґрунтований наявністю доведених залежностей між інтегральним показником якості забезпеченої стоматологічної реабілітації та процесуально-мануально-асоційованими складовими лікувального процесу. Недотримання базових принципів ергономіки під час проведення різноманітних стоматологічних маніпуляцій доказово пов'язане зі змінами патоло-

гічного характеру в роботі опорно-рухового апарату лікаря-стоматолога, проте досі відмічається дефіцит даних щодо наявності впливу вищезгаданих змін на кількісні та якісні показники ефективності та прогнозованості проведеного лікування.

Уваги потребує аналіз впливу ергономічних особливостей роботи лікарів-стоматологів на результат виконаного ендодонтичного лікування зубів та постендодонтичного їх відновлення з урахуванням вихідної складності виконання маніпуляцій даного типу. Значний вплив на це мають анатомічні варіації будови ендодонту, обмежена візуалізація робочого поля, необхідність забезпечення обов'язкової ізоляції області втручання та перманентного контролю за відсутністю контамінації структур ендодонту в ході лікування, топографічні особливості окремих зубів (молярів, зокрема), особливості роботи та фізичні характеристики механічних (ротаційних) та ручних ендодонтичних інструментів.

Ускладнення, які можуть виникнути в результаті проведеного ендодонтичного лікування, безпосередньо впливають на прогноз функціонування зубного ряду як складної біомеханічної системи зубощелепового апарату у випадках подальшого постендодонтичного відновлення зубів прямими або ж непрямыми реставраціями, а також при використанні їх в якості опор майбутніх коронок, а також знімних та незнімних типів ортопедичних конструкцій. У випадках фіксації мостоподібних протезів на ендодонтично проліковані зуби, виникнення ятрогенно-асоційованих ускладнень, що зумовлені біомеханічними та біологічними властивостями ендодонту, пов'язані із зниженням прогнозу успішності та рівня виживання усієї протетичної конструкції в цілому, а не однієї незалежної одиниці зубного ряду.

Висновки. Прогнозування ризиків, асоційованих із розвитком помилок та ускладнень в ході ендодонтичного лікування, а також їх мінімізація за рахунок застосування різного типу превентивних заходів залишається актуальним науково-практичним питанням не тільки терапевтичної, але й ортопедичної стоматології.

Ключові слова: ергономіка роботи, лікар-стоматолог, ендодонт, постендодонтичне відновлення, протокол лікування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота є фрагментом НДР кафедри ортопедичної стоматології ДВНЗ «Ужгородський національний університет»: «Клініко-лабораторне дослідження сучасних стоматологічних технологій та експертна оцінка якості методик лікування», № держ. реєстрації 0118U004526.

Вступ. Ергономіка є важливим аспектом у роботі лікаря-стоматолога, адже дозволяє швидше та якісніше здійснювати лікування пацієнтів. Досконале вивчення робочого процесу лікаря-стоматолога та врахування всіх факторів, таких як втомлюваність, виконання зайвих рухів, через не оптимальне розташування приладів (їх кількість і необхідність) та матеріалів по відношенню як до лікаря, так і до пацієнта, можливість оперативного доступу, наявність чи відсутність асистента, ергономічні характеристики та місцезнаходження асистента у ході проведення маніпуляції, алгоритм роботи «в чотири руки», та інших – дає можливість розробити новий принцип роботи, який буде достатньо ергономічний і дозволить проводити необхідні маніпуляції з максимально можливою швидкістю та високою якістю проведеної роботи [1, 2].

Це, у свою чергу, не тільки обумовить якісне та ефективне лікування, але і дозволить скоротити час, відведений для прийому пацієнта, тобто забезпечить можливість збільшити кількість прийомів за одиницю часу, що призведе до збільшення кількості пролікованих пацієнтів. При цьому варто враховувати не тільки індивідуальні властивості лікаря, а пацієнта також. Не менш важливим аспектом є локалізація проблеми в зубощелепній системі, адже оперативний доступ до різних квадрантів ротової порожнини є різним, що також впливає на ергономічні характеристики [3, 4].

На сьогоднішній день однією з найчастіших маніпуляцій на щоденному прийомі лікаря-стоматолога є лікування кореневих каналів, тобто процес, на який суттєво впливають індивідуальні характеристики пацієнта, такі як: кількість кореневих каналів, їх топографоанатомічне розташування, розгалуженість, склерозування та інші. Поняття ергономіки є важливим саме у цьому аспекті, адже при правильному алгоритмі дій і розташуванні при-

ладів у кабінеті досягається максимальна ефективність, що доводиться оцінкою робочої одиниці за одиницю часу (яка може різнитися по відношенню до квадранту) [5, 6].

Мета дослідження – описати клініко-експериментальне прогнозування впливу похідних ергономіки роботи лікарів-стоматологів на результат ендодонтичних маніпуляцій.

Методи дослідження: цільові методи дослідження, зокрема Rapid Entire Body Assessment (REBA) та Rapid Upper Limb Assessment (RULA), програмне забезпечення Tecnomatix Jack (Siemens), StatPlusPro для Windows.

Предмет дослідження: досліджувана вибірка з 32 лікарів-стоматологів (17 лікарів-стоматологів чоловічої статі (53,13%) та 15 лікарів-стоматологів жіночої статі (46,88%), які забезпечують стоматологічний прийом на базі Університетської стоматологічної поліклініки, а також в межах інших клінічних баз стоматологічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Результати дослідження та їх обговорення. В розрізі цільової ергономічної оцінки, принцип аналізу співвідношень складових елементів робочого процесу під час стоматологічного лікування передбачає виокремлення окремих компонентів, які можуть бути виділені в якості домінуючих по траєкторії виконуваних рухів оператором, та включають термінальні ділянки верхніх кінцівок (ліктьов, зап'ясть та кисть), власне робочий інструмент (ендомотор, наконечник) та область робочого поля, що залежить від топографічних особливостей кожного окремого зуба [7].

Зміну рухів та просторове взаємовідношення даних складових елементів можна описати за допомогою скінченої множини геометричних фігур у кожній із площин дослідження, формуючи при цьому набір n-мірних тетраедрів, або ж симплексів. Для кожної складової симплексу можуть бути визначені барицентричні координати у структурі афінного простору, який складається з векторних складових (за напрямом руху домінуючих елементів робочого процесу), та множини точок, що визначають початкове та кінцеве положення кожного елемента робочого процесу у конкретний проміжок часу – ендомотору, кисті руки лікаря-ендодонтиста та зуба із сформованим ендодоступом [8].

При цьому барицентричні координати складових термінальних відділів верхньої кінцівки лікаря, поясу верхніх кінцівок та корпусу тіла в цілому можуть бути зафіксовані у певному співвідношенні з обмеженим діапазоном виконання рухів у проекції однієї з них без змін у проекції інших. Саме такий підхід сприятиме тому, що критична зміна положення координат однієї із складових опорно-рухового апарату лікаря при виконанні

ендодонтичних маніпуляцій, автоматично призводить до змін у структурі координат іншої, множина точок між якими характеризується деформацією ергономічно-орієнтованого симплексу, та формуванням специфічного вектора руху. В результаті цього даний принцип можна інтерпретувати в якості базового для моделей аналогічного типу, враховуючи складність симуляції рухів тіла людини, проте імплементація такого у структуру даного дослідження сприяє можливості диференціації впливу змін положення окремих елементів опорно-рухового апарату на відхилення від ергономічно-рекомендованих діапазонів як в розрізі окремих досліджуваних елементів (рухів зап'ясть, поясу верхніх кінцівок), так і усього корпусу опорно-рухового апарату в цілому [9].

Враховуючи цільове вивчення змін просторового співвідношення трьох складових (ендомотору, кисті руки лікаря-ендодонтиста та зуба з сформованим ендодоступом) запропонований принцип можна категоризувати в якості принципу триангуляції, який попередньо уже використовувався в ендодонтичній практиці, та слугує основою для реалізації підходів лікування із застосуванням навігаційної ендодонтиї, складовий аспект якої також може бути інтерпретований в якості ергономічно-орієнтованого. Крім того, варто зауважити, що в попередніх дослідженнях розглядалась перспектива та доцільність застосування принципу триангуляції для оцінки впливу застосування оптично-збільшеної техніки та крісел спеціального дизайну при проведенні певних видів ятрогенних стоматологічних втручань, що цілком може сприяти зменшенню ризику виникнення уражень опорно-рухового апарату [10, 11].

При цьому даний підхід із застосуванням принципу триангуляції також узгоджується із закладеним у дизайн дослідження використанням двох цільових підходів оцінки відповідності змін положення складових елементів тіла ергономічно-доцільним: Rapid Upper Limb Assessment (RULA) – специфічно для області верхніх кінцівок, та Rapid Entire Body Assessment (REBA) – для усього тіла лікаря-стоматолога [12, 13].

Базові алгоритми організації роботи лікарів-стоматологів ґрунтуються на використанні проєкційних схем робочого простору з виокремленням послідовно віддалених відносно центру (стоматологічного крісла) трансферної, робочої та периферичної зон, а також симетричного розподілу таких на зони оператора (лікаря-стоматолога) та асистента. При цьому в ході робочого процесу симетричність та секторний характер розподілу зон може змінюватися та модифікуватися в залежності від наявних умов клінічної ситуації та дотримання основних принципів ергономіки, при цьому раді-

альність розподілу зон в залежності від віддаленості від центра залишається сталою незалежно від виконання різних типів втручань.

Реєстрація робочого патерну лікаря-стоматолога під час проведення ендодонтичних маніпуляцій можлива або ж за рахунок проведення продовжуваного моніторингу, або ж шляхом відеореєстрації з подальшою стратифікацією окремих рухів.

Відеореєстрація робочого процесу в ході проведення ендодонтичних втручань, здійснена у трьох взаємоперпендикулярних точках, розширює можливості для категоризації різних його складових, що в результаті дозволяє систематизувати дані у всіх необхідних площинах. Такий підхід дозволяє категоризувати не тільки усю послідовність змін індексних показників RELA та RUBA на різних етапах реалізації ендодонтичного втручання, але й вписується у запропонований вище концепт дискретно-подійної симуляції триангуляційних співвідношень особливостей ергономіки роботи лікарів-стоматологів.

Імітація змін положення окремих складових опорно-рухового апарату в ході проведення лікування кореневих каналів та супровідний аналіз отриманих чисельних параметрів даних змін проводився з використанням адаптованого програмного забезпечення Tecnomatix Jack (Siemens).

Проектуючи основні зміни положення рук та тіла у різних площинах шляхом їх розбиття на прості геометричні фігури, можна виявити та відзначити найбільш виражені порушення основних ергономічних позицій по відношенню до осі тіла лікаря, до осі направленості термінального відділу верхніх кінцівок під час механічної обробки кореневого каналу, до осі використовуваного наконечника, до осі робочого ендоінструмента та до осі досліджуваного зуба.

Взаємонакладання площин та точок симплексів при аналізі різних типів просторових девіацій позиції тіла лікаря-стоматолога у трьох взаємоперпендикулярних площинах, або ж у площинах вищезгаданих осей, свідчить про вищу значимість тих чи інших відхилень елементів опорно-рухового апарату у розрізі порушень ергономічно-орієнтованих діапазонів рухів під час проведення ендодонтичного лікування. Аналізуючи зміни просторового положення цілісних симплексів з моменту досягнення однієї позиції до моменту досягнення іншої (при виконанні повторюваних рухів в ході ендодонтичного лікування), можна здійснити картування геометричних патернів-репрезентацій рухів, цим самим оптимізувати подальше опрацювання даних не для кожної окремої точки, що змінила своє положення, а для площини в цілому, враховуючи при цьому також ангулярні девіації.

В результаті цього побудова симплексів про- водиться не ізольовано для кожного із досліджу- ваних елементів системи моделювання, а комп- лексно при реалізації відповідних рухів. Проте обов'язково необхідно врахувати, що величина цих рухів за межами встановленого ергономічного діапазону провокує зміни як мінімум на рівні трьох підсистем: верхніх кінцівок, робочої ділянки та опо- рно-рухового апарату в цілому.

Враховуючи загальноприйняті підходи до мо- делювання позиції людського тіла та виходячи із шаблону взаємозалежності суглобових з'єднань, забезпечується реалізація принципу петлі зворот- ного зв'язку.

В результаті цього, в якості основного підходу до моделювання та співставлення послідовності зареєстрованих положень тіла лікаря-стоматолога з ергономічно-обґрунтованими діапазонами може бути використана дискретно-подвійна схема. Поді- ями в такому випадку можуть виступати будь-які критичні зміни положення тіла лікаря-стоматолога чи окремих його складових в ході проведення ен- додонтичних маніпуляцій.

В процесі дискретно-подійного моделюван- ня основними аспектами стали етап механічної, медикаментозної обробки кореневого каналу та етап obturaції, оскільки їх можна представити в формі послідовних повторюваних процедур. Синх- ронізація подій у структурі досліджуваної систе- ми проходила лише на рівні кожного окремого індивіда, проте не розглядалась при порівнянні робочих процесів різних лікарів-стоматологів. У структурі використовуваного підходу до моделю- вання передбачали врахування лише двох етапів, які були категоризовані у формі списку подій, що розвиваються послідовно. Проте в структурі етапу механічної та медикаментозної обробки були вра- ховані окремі показники, що полягали у диферен- ціації рухів, виконуваних лікарем-стоматологом, при проведенні механічної обробки кореневого каналу ендодонтичними інструментами, та рухів, що були пов'язані із повторюваною іригацією між зміною файлів. При цьому повторювані рухи, що були зареєстровані саме при проведенні механіч- ної обробки ендодонтичного простору були класи- фіковані у якості пріоритетних по відношенню до повторюваних рухів, котрі були верифіковані під час медикаментозної обробки корневих каналів, оскільки частотою виникнення помилок при реалі- зації останніх можна було знівелювати, враховую- чи, що реєстрація таких проводилася за даними сформованої вибірки прицільних рентгенограм.

Використовувана система дискретно-подійно- го моделювання також характеризується стохас- тичним характером, оскільки не дивлячись на чітко визначену послідовність рухів при виконанні ендо-

донтичних втручань, положення тіла лікаря-стома- толога та окремих елементів його опорно-рухової системи мають індивідуальний характер.

Умови для завершення процесу моделювання передбачали систематизацію усіх потенційно-мож- ливих девіацій положення тіла лікаря-стоматолога при проведенні ендодонтичного лікування до за- кінчення етапу obturaції.

Після апробації використовуваного підходу дискретно-подійного моделювання з метою аналі- зу особливостей зміни положень тіла та складових опорно-рухового апарату відносно ергономічно- рекомендованих в розрізі моніторингу патернів проведення ендодонтичного лікування кожним окремих лікарем-стоматологом проводилося фор- мулювання статистичного звіту, що передбачав ре- презентацию наступних показників:

- діапазон відхилень тіла лікаря-стоматоло- га та окремих елементів опорно-рухового апарату по відношенню до позицій, що категоризовані в якості допустимих за критеріями REBA та RULA;
- частота виникнення вищезгаданих критичних відхилень під час забезпечення комплексу ви- конання ендодонтичних маніпуляцій при ліку- ванні кожного окремого зуба (з моменту почат- ку проведення механічної та медикаментозної обробки до моменту завершення процедури obturaції кореневого каналу);
- кількість абсолютно та частково-повторюваних патернів відхилень під час забезпечення комп- лексу виконання ятрогенних втручань в струк- турі ендодонту;
- величина якісних (геометричних) та кількісних відмінностей в структурі зареєстрованих від- хилень відносно ергономічно-рекомендованих положень тіла та рухів окремих складових опо- рно-рухового апарату;
- частота виникнення послідовностей зміни від- хилень від ергономічного положення тіла в ці- лому та окремих елементів опорно-рухового апарату позиціями, що знаходяться в діапазоні прийнятних критеріїв оцінки за шкалою REBA та RULA;
- співвідношення тривалості дотримання ерго- номічно-аргументованого положення до три- валості девіацій від такого у розрізі загальної тривалості лікування кожного окремого зуба та загальної кількості годин проведення ендодон- тичних втручань протягом дня;
- відмінності в частоті виникнення критичних відхилень та тривалості таких відносно утри- мання ергономічно-допустимих діапазонів змін положення тіл в цілому та елементів опорно- рухового апарату зокрема при лікуванні зубів, що характеризуються різними вихідними топо- графічними особливостями.

До прикладу, в результаті проведення регре- сійного аналізу взаємозалежностей між частотою

реєстрації різних типів помилок, допущених в ході ендодонтичного лікування різців та значеннями ергономічних критеріїв RULA, відмічених серед досліджуваної вибірки лікарів-стоматологів, було встановлено, що досліджувана модель взаємозв'язків може бути представлена сукупністю параметрів наведених у **таблиці 1**.

Під час лікування різців дані проведеного регресійного аналізу свідчили про можливість прогнозу в середньому 6,35 випадків помилок ендодонтичного лікування серед досліджуваної вибірки лікарів при зареєстрованих значеннях RULA в діапазоні 1-2 балів (залишок спостережуваних змінних – 3,35), 12,57 випадків помилок – при зареєстрованих значеннях RULA в діапазоні 3-4 балів (залишок спостережуваних змінних – 7,57),

Таблиця 1 – Параметри регресійних моделей взаємозв'язків показників RULA з частотою реєстрації помилок при ендодонтичному лікуванні

Параметри	Значення	Стандартна похибка	t	Pr > t	Верхня межа (95%)	Нижня межа (95%)
<i>Різці</i>						
Точка перетину	2,204	9,693	0,227	0,841	-39,501	43,909
RULA	1,037	1,101	0,942	0,446	-3,700	5,774
Рівняння	I.(різці) = 2,2037037037037+1,03703703703704*RULA					

15,68 випадків – при зареєстрованих значеннях RULA в діапазоні 5-6 балів (залишок спостережуваних змінних – 4,31), та 7,38 випадків – при зареєстрованих значеннях RULA на рівні 7 балів (залишок спостережуваних змінних – 6,61). Рівні прогнозу та стандартизованих залишкових спостережуваних змінних (стандартизованих відхилень допасованості), що стосуються вищенаведених показників, представлені на **рисунок 1**.

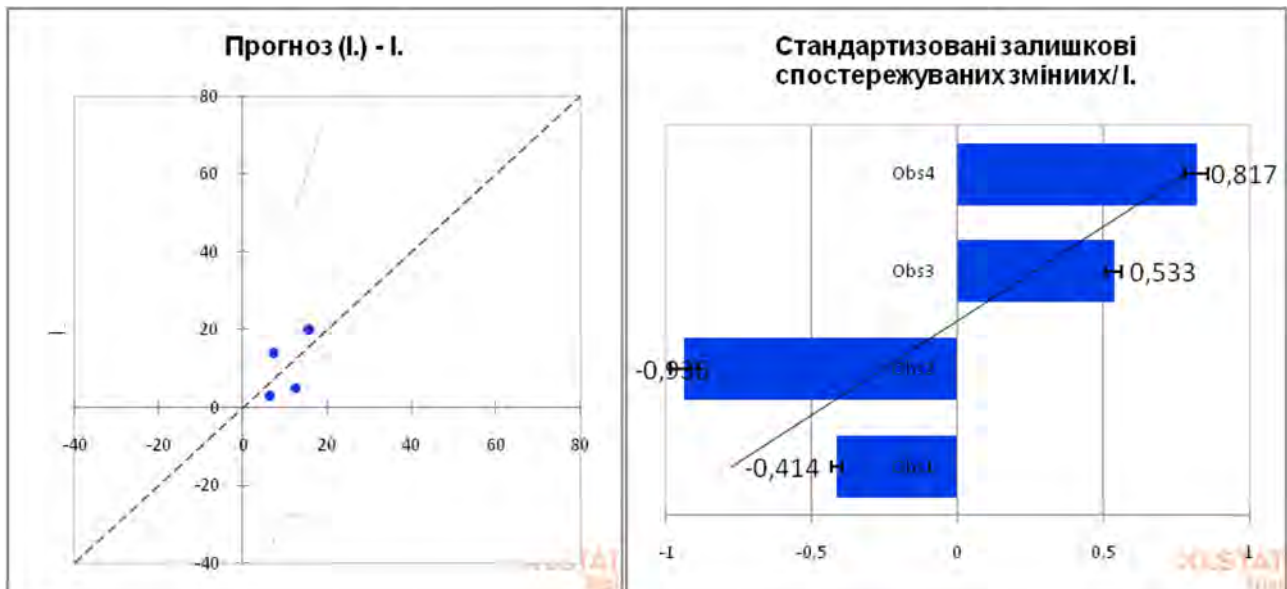


Рис. 1. Репрезентація прогнозу та значень стандартизованих залишкових спостережуваних змінних за результатами регресійного аналізу взаємозв'язку показника RULA з частотою реєстрації помилок при ендодонтичному лікуванні різців

Заключення. Моделювання основних патернів змін робочого положення лікарів-стоматологів в ході лікування кореневих каналів та їх аналіз в структурі цифрового середовища за даними, що були зареєстровані в ході моніторингу за фактичними особливостями проведення ендодонтичного лікування, сприяє цільовій ідентифікації проблемних елементів робочого процесу з точки зору відповідності його складових ергономічним критеріям та специфіки їх змін у розрізі врахування топографічних особливостей окремих зубів, можливого факту застосування оптично-збільшеної апаратури, роботи з ротаційними та ручними типами ендодонтичних інструментів. А це сприятиме роз-

ширенню цілісної системи вдосконалення якості та ефективності надання стоматологічної допомоги з огляду на значимість окремих ергономічних складових у її структурі.

Перспективи подальших досліджень. Опрацювання отриманих результатів та звітів моделювання дозволить систематизувати сукупність превентивних заходів та рекомендацій, дотримання яких у комплексі загальної оптимізації ергономіки роботи лікарів-стоматологів, сприятиме вираженій редукції відносних ризиків розвитку помилок, асоційованих із недотриманням відповідних ергономічних параметрів, що будуть відмічені під час ендодонтичних втручань різного рівня складності.

References

1. Arutyunov SD, Dychanova VG, Brusov IE. Algoritmy endodonticheskogo lecheniya kak faktor adekvatnogo vybora i soblyudeniya meditsinskikh tekhnologiy [Endodontic treatment algorithms as a factor of adequate choice and adherence to medical technologies]. *Endodontiya segodnya*. 2011; 1: 67-70. [Russian]
2. Ayupov ISH, Orekhov SN. Ergonomika v robote vracha-stomatologa. Robota v «Chetyre ruki» [Ergonomics in the dentist's robot. Robot in "Four hands"]. *Nauchnoye obozreniye. Meditsinskiye nauki*. 2017; 2: 6-13. [Russian]
3. Volod'ko AA. Rabota v chetyre ruki: ekonomiya dvizheniy [Work in four hands: economy of movements]. *Belorusskoye respublikanskoye obshchestvennoye obyedineniye spetsialistov stomatologii*. 2013; 2(9): 76-79. [Russian]
4. Volod'ko AA. Ergonomika v stomatologii: istoriya razvitiya [Ergonomics in dentistry: history of development]. *Belorusskoye respublikanskoye obshchestvennoye obyedineniye spetsialistov stomatologii*. 2012; 1(4): 74. [Russian]
5. Godovanets OI, Kitsak T, Vitkovskiy O, Pavlov YO. Pul'pit u detey: etologiya, klinika, diagnostika, lecheniye [Pulpitis in children: ethology, clinic, diagnosis, treatment]. Navchal'nyy posibnik. Chernovtsy: BDMU; 2018. s. 28-35. [Ukrainian]
6. Khomenko LA, Bidenko NV. *Praktychna endodontiya* [Practical endodontics]. Kyiv: Knyha Plyus; 2002. p. 83-91. [Ukrainian]
7. Danilina TF, Kolesova TV, Motorina TV. Sovremennaya stomatologicheskaya praktika: tekhnologicheskiye i ergonomicheskiye aspekty [Modern dental practice: technological and ergonomic aspects]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2013; 11: 84. [Russian]
8. Nikolayev AI, Tsepov LM, Mikheyeva YeA. *Sanitarno-gigiyenicheskiy rezhim v terapevticheskikh stomatologicheskikh kabinetakh (otdeleniyakh)* [Sanitary and hygienic regime in therapeutic dental offices (departments)]. M: MEDpress-inform; 2010. 240. [Russian]
9. Narchayev MA, Madzhidov M. Biomekhanicheskiye puti povysheniya effektivnosti lechebnykh manipulatsiy vracha-stomatologa-terapevta [Biomechanical ways of increasing the efficiency of therapeutic manipulations of a dentist-therapist]. SOBOR-KAFEDRA. *Stomatologicheskoye obrazovaniye*. 2017; 62: 42-44. [Russian]
10. Plessas A. The role of ergonomic saddle seats and magnification loupes in the prevention of musculoskeletal disorders. A systematic review. *Int J Dent Hyg*. 2018 Nov; 16(4): 430-440. doi: 10.1111/idh.12327
11. El-Sallamy RM, Atlam SA, Kabbash I, El-Fatah SA, El-Flaky A. Knowledge, attitude, and practice towards ergonomics among undergraduates of Faculty of Dentistry, Tanta University, Egypt. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Nov; 25(31): 30793-30801. doi: 10.1007/s11356-017-8615-3
12. Bos-Huizer JJ, Bolderman FW. Ergonomic movement in dentistry. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2014; 121(2): 106. PMID: 24640298. doi: 10.5177/ntvt.2014.02.13101
13. Koval'skiy VL. *Algoritmy organizatsii i tekhnologii okazaniya osnovnykh vidov stomatologicheskoy pomoshchi* [Algorithms of organization and technologies for rendering the main types of dental care]. M: Meditsinskaya kniga; 2004. 180 p. [Russian]

УДК 616.31;617.52-089,616.31-053.2/5

ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ СОСТАВЛЯЮЩЕГО РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СТОМАТОЛОГА ПРИ ЕНДОДОНТИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯЦИЯХ

Костенко Э. Я., Ратушный Р. И., Богдан И. М., Белинский А. Я., Костенко С. Б.

Резюме. На сегодняшний день в современной стоматологии одним из актуальных задач является повышение уровня производительности труда врача-стоматолога, с сохранением его психического и физического здоровья. Для поисков рационального решения данного вопроса большое внимание уделяют эргономике, которая направлена на охрану труда врачей, повышение эффективности и качества их работы, создание для них оптимальных рабочих условий, обеспечения безопасности и комфортности для пациентов, а также на разработку новейшего стоматологического оборудования.

Цель исследования - описать клинико-экспериментальное прогнозирование влияния производных эргономики работы стоматологов на результат эндодонтических манипуляций.

Методы исследования: целевые методы исследования, в частности Rapid Entire Body Assessment (REBA) и Rapid Upper Limb Assessment (RULA), программное обеспечение Tecnomatix Jack (Siemens), StatPlusPro для Windows.

Предмет исследования: исследуемая выборка из 32 врачей-стоматологов (17 стоматологов мужского пола (53,13%) и 15 стоматологов женского пола (46,88%), которые обеспечивают стоматологический прием на базе Университетской стоматологической поликлиники, а также в рамках других клинических баз медицинского факультета ГБУЗ «Ужгородский национальный университет».

Результаты. Анализируя конечные результаты выполненных ятрогенных вмешательств, наблюдается непосредственное влияние эргономики работы, обоснованное наличием доказанных зависимостей между интегральным показателем качества обеспеченной стоматологической реабилитации и процессуально-мануально-ассоциированными составляющими лечебного процесса. Несоблюдение базовых принципов эргономики при проведении различных стоматологических манипуляций доказательно связано с изменениями патологического характера в работе опорно-двигательного аппарата врача-стоматолога, однако до сих пор отмечается дефицит данных о наличии влияния вышеуказанных изменений на количественные и качественные показатели эффективности и прогнозируемости проведенного лечения.

Внимания требует анализ влияния эргономических особенностей работы врачей-стоматологов на результат выполненного эндодонтического лечения зубов и постэндодонтического их восстановления с учетом исходной сложности выполнения манипуляций данного типа. Значительное влияние на это имеют анатомические вариации строения эндодонта, ограниченная визуализация рабочего поля, необходимость обеспечения обязательной изоляции области вмешательства и перманентного контроля за отсутствием контаминации структур эндодонтов в ходе лечения, топографические особенности отдельных зубов (моляров, в частности), особенности работы и физические характеристики механических (ротационных) и ручных эндодонтических инструментов.

Осложнения, которые могут возникнуть в результате проведенного эндодонтического лечения, непосредственно влияют на прогноз функционирования зубного ряда как сложной биомеханической системы зубочелюстного аппарата в случаях дальнейшего постэндодонтического восстановления зубов прямыми или косвенными реставрациями, а также при использовании их в качестве опор будущих коронок, а также съемных и несъемных типов ортопедических конструкций. В случаях фиксации мостовидных протезов на эндодонтически пролеченные зубы, возникновение ятрогенно-ассоциированных осложнений, обусловленных биомеханическими и биологическими свойствами эндодонта, связаны со снижением прогноза успешности и уровня выживания всей протетической конструкции в целом, а не одной независимой единицы зубного ряда.

Вывод. Прогнозирование рисков, ассоциированных с развитием ошибок и осложнений в ходе эндодонтического лечения, а также их минимизация за счет применения различного типа превентивных мер остается актуальным научно-практическим вопросом не только терапевтической, но и ортопедической стоматологии.

Ключевые слова: эргономика работы, врач-стоматолог, эндодонт, постэндодонтичне восстановление, протокол лечения.

UDC616.31;617.52-089,616.31-053.2/5

Discrete-Event Simulation of the Triangular Relations of the Components of the Working Process of a Dentist Doctor in Endodontic Manipulations

Kostenko Ye. Ya, Ratushniy R. I., Bogdan I. M., Bilynsky O. Ya., Kostenko S. B.

Abstract. Today in modern dentistry one of the urgent tasks is to increase the level of productivity of the dentist, while maintaining his or her mental and physical health. To find a rational solution to this issue, much attention is paid to ergonomics, which is aimed at protecting the work of doctors, improving the efficiency and quality of their work, creating optimal working conditions for them, ensuring safety and comfort for patients, and developing the latest dental equipment.

The purpose of the study is to describe the clinical and experimental forecasting of the influence of ergonomics derivatives of dentists on the result of endodontic manipulations.

Materials and methods. The methods, which were used, are targeted research methods, in particular Rapid Entire Body Assessment and Rapid Upper Limb Assessment, software Tecnomatix Jack (Siemens), StatPlusPro for Windows. The subject of research: a sample of 32 dentists (17 male dentists) (53.13%) and 15 female dentists (46.88%), who provide dental care on the basis of the University Dental Clinic, as well as in within other clinical bases of the dental faculty of Uzhhorod National University.

Results and discussion. Analyzing the final results of iatrogenic interventions, there is a direct impact of ergonomics, justified by the presence of proven relationships between the integrated quality indicator of dental rehabilitation and procedural-manual-associated components of the treatment process. Non-compliance with the basic principles of ergonomics during various dental manipulations is evidence of changes in the pathological nature of the musculoskeletal system of the dentist, but there is still lack of data on the impact of the above changes on quantitative and qualitative indicators of effectiveness and predictability of treatment.

Considerable attention needs to be paid to the analysis of the influence of ergonomic features of dentists' work on the result of endodontic treatment of teeth and their post-endodontic restoration, taking into account the initial complexity of this type of manipulation. As this is significantly influenced by anatomical variations in the structure of the endodontic, limited visualization of the working field, the need to ensure mandatory isolation of the intervention and permanent control over the absence of contamination of endodontic structures during treatment, topographic features of individual teeth (molars, in particular), features and physical characteristics of mechanical (rotational) and manual endodontic instruments.

Conclusion. Occurrence of complications arising from endodontic treatment directly affect the prognosis of the dentition as a complex biomechanical system of the dental apparatus in cases of further post-endodontic restoration of teeth by direct or indirect restorations, as well as when using them as supports for future crowns, and also removable and non-removable types of orthopedic structures. In cases of fixation of bridges on endodontically treated teeth, the emergence of iatrogenic-associated complications due to biomechanical and biological properties of the endodontic, is associated with a decrease in the prognosis of success and survival of the entire prosthetic structure as a whole, rather than one independent unit of the tooth.

Based on this, predicting the risks associated with the development of errors and complications during endodontic treatment, as well as their minimization through the use of various types of preventive measures remains an important scientific and practical issue not only therapeutic but also orthopedic dentistry.

Keywords: ergonomics of work, dentist, endodontist, post-endodontic restoration, treatment protocol.

ORCID and contributionship:

Yevhen Ya. Kostenko : 0000-0003-4153-5338 ^{A,E,F}

Ruslan I. Ratushniy : 0000-0002-6645-5986 ^{B,C,D}

Ivan M. Bogdan : 0000-0002-0948-5548 ^{B,C}

Oleksandr Ya. Bilynsky : ^{B,C}

Svitlana B. Kostenko : 0000-0002-4590-2863^{B,D}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR

Ruslan I. Ratushniy

Uzhhorod National University,
Department of Orthopedic Dentistry
16, University St., Uzhhorod 88000, Ukraine
tel: +380682033191, e-mail: rus.ratusu.rus@gmail.com

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Received: 14.04.2021 p.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування