

©М. М. Ясінський<sup>1</sup>, Я. Р. Караван<sup>1</sup>, М. А. Руснак<sup>2</sup>, М. В. Касіянчук<sup>1,3</sup>

Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці<sup>1</sup>

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича<sup>2</sup>

Приватна спеціалізована медична практика, м. Чернівці<sup>3</sup>

e-mail: office@kas.cv.ua

## Кон'юнктивне застосування приладів на базі платформи Android при радіовізіографічному дослідженні за умов війни в Україні

### ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received:  
20.01.22 р.

**Ключові слова:** дентальна імплантація; медична навігація; імплантат; операційна система Android; прилад мобільного зв'язку; ендоскоп; радіовізіограф.

### АНОТАЦІЯ

**Резюме.** В експерименті визначали доцільність застосування способу медичної навігації, ендоскопії та радіовізіографії на тлі дії травматичного фактора на біологічну тканину при оперативному втручанні.

**Мета дослідження** – визначити ефективність способу медичної навігації у доклінічному дослідженні з використанням платформи Android та приладу мобільного зв'язку при оперативному втручанні для максимально можливого збереження кісткової тканини.

**Матеріали і методи.** Проведено експериментальну операцію дентальної імплантації із реєстрацією впливу травматичного подразника на окістя в ділянці імплантата. Для контролю позиціонування імплантата використовували навігаційний модуль (патент України № 68641), який інтегрували з мобільним телефоном на платформі Android. Динамічний тиск на окістя також визначали за власною методикою із застосуванням тензорезистора. Деформацію кісткової тканини досліджували за допомогою індуктивного вимірювача переміщення. Результати експерименту ми порівняли із результатами, одержаними в експерименті з навігаційними системами, інтегрованими зі стаціонарним комп'ютером під управлінням ОС WINDOWS. Визначали доцільність інтегрування приладу медичної навігації на платформі Android із стандартизованою стоматологічною установкою з позиції ергономіки роботи лікаря-імплантолога.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Клінічні випробування приладу медичної навігації «Навігатор ЮК-А» забезпечили точність кутового позиціонування імплантата на рівні  $2\pm 0,5'$  (якщо кутове переміщення менше  $25'$ ) і  $1\pm 0,5'$  (якщо кутове переміщення менше  $5'$ ), точність лінійного позиціонування складала  $(0,50\pm 0,050)$  мм (при переміщенні імплантата до 10 мм). Проміжок до 0,1–0,5 мм між окістям і платформою імплантата є граничним. При однаковому обертовому зусиллі в ділянці платформи імплантата тиск на кісткову тканину зростає непропорційно, а при деякому значенні має руйнівний характер. У 22 % випадків ми спостерігали продовження процесу деформації кісткового прошарку на протязі  $\approx 3$  хв після зняття механічного навантаження. При порівнянні експериментів результати зіставні, різниця швидкості передачі даних суб'єктивно не визначається. Можливе подвійне застосування платформи приладу.

**Висновки.** Запропонований підхід оптимізує процес оперативного втручання і рекомендований до клінічного застосування. Використання платформи Android у системах медичної навігації актуальне у зв'язку з розвитком телекомунікаційних технологій.

**Вступ.** Ми вважаємо, що одним із шляхів превентивного лікування і діагностики біогенного потенціалу людини (потенціалу суспільства) є застосування інтерактивних методик [4, 7]. А розвиток телекомунікаційних технологій спонукає нас до удосконалення медичних технологій. Отже, метою цього дослідження було оцінити прояв солітону в кістковій тканині ефективності у доклінічному дослідженні з використанням технології Android, Eple, при застосуванні ендоскопії, остеоскопії та медичної навігації при оперативному втручанні для максимально можливого збереження кісткової тканини. Під час проведення дентальної імплантації основним завданням практичного лікаря є відновлення втраченої анатомічної структури коміркового відростка щелепи. Перед науковцем, на нашу думку, стоїть дещо інше завдання: знайти методи діагностики і лікування, альтернативні класичним, які б запобігали прояву запально-дистрофічних процесів у тканинах в результаті оперативного втручання.

З літератури відомо, що у багатьох випадках саме хірургічна травма на першому та другому етапах імплантації та ендодентальних втручаннях провокує втрату кісткової тканини коміркового відростка [1–3]. Ми вважаємо, що одним із шляхів її попередження є застосування інтерактивних методик [4, 7]. А розвиток телекомунікаційних технологій спонукає нас до удосконалення медичних технологій. Розробка та впровадження конкурентних приладів спонукає до впровадження методик та приладів, які ми удосконалили [2, 4–10]. У зв'язку з вищенаведеним, ми провели аналіз ефективності застосування окремих маніпуляцій та способу медичної навігації для проведення органозберігаючого оперативного втручання за умов, коли інші способи є не гарантованими в клініці стоматології.

**Метою дослідження** було обґрунтувати доцільність застосування способу медичної навігації із використанням приладу мобільного зв'язку (смартфону) та операційної системи (ОС) Android при оперативному втручанні для максимально можливого збереження кісткової тканини.

**Матеріали і методи.** У лабораторних умовах на кістковому препараті мертвої тварини (порося віком до 6 місяців) ми провели експериментальну операцію дентальної імплантації із реєстрацією впливу фізичних факторів на

окістя у ділянці імплантата, для чого використовували фантомні імплантати (аналог реальних: D=3,5 мм; L=6,0 мм). При плануванні лабораторного експерименту допускалося, що при оперативному втручанні виникає неконтрольований тиск (травматичний подразник) на окістя, який стає патогенним руйнуючим фактором. Для контролю переміщення та позиціонування імплантата ми використовували власну методику із застосуванням навігаційного модуля (патент України № 68641), який інтегрували зі смартфоном під управлінням ОС Android через мікро-USB порт (2x7) типу B («Навігатор ЮК-А») (рис. 1).

Ресивер приладу фіксується жорстко відносно кісткового препарату. Позиціонер інтегрується з наконечником приладу, переміщення фіксується на умовній точці імплантата. Смартфон, на екрані якого здійснюється моніторинг операції, зручно закріплений у тримачі (фіксатор до панелі автомобіля). Калібрування приладу здійснювалося мікрометром GTC-A-650 фірми «Miutoyo» (Японія), точність вимірювань якого (0,01±0,005) мм. Розроблено стандартизований протокол операції.

Динамічний тиск на окістя також визначали за власною методикою із застосуванням кремнієвого тензорезистора, який фіксували на титановій пластині у формі конусної шайби і розміщували на тильній поверхні імплантата (патенти України № 75649 і 73268). Деформацію кісткової тканини визначали за допомогою індуктивного вимірювача переміщення, розробленого Інститутом геотехнічної механіки АН України. При відсутності приладу для медичної



**Рис. 1.** Робоче місце лікаря при застосуванні приладів медичної навігації «Навігатор ЮК-А», Android Camera, IntraSurg 500, інстельовані модульно в стоматологічній установці класу «KaVo ESTETIKA», Німеччина.

навігації, умовно, тестом для зупинки операції укорінення зубного імплантата вважалося стиснення до товщини 0,5 мм гомогенного кісткового прошарку, розміщеного з тильного боку платформи імплантата при його останніх обертах.

Результати експерименту ми порівняли із результатами, одержаними в експерименті з навігаційними системами, інтегрованими зі стаціонарним комп'ютером під управлінням ОС Windows через USB-порт («Навігатор ЮК-М», «Навігатор ЮК»).

Ми здійснили візуальний моніторинг близько 400 стоматологічних комплексів у стоматологічних кабінетах та в університетських клініках у трьох обласних центрах України та у м. Києві, проведено дослідження стосовно укорінення приладу медичної навігації. Враховано досвід виробників медичного обладнання.

Ми визначали можливість та доцільність інтегрування приладу медичної навігації «Навігатор ЮК-А» зі стандартизованою стоматологічною установкою. Для інтеграції приладу з позиції ергономіки робочих місць лікаря-оператора та лікаря-асистента вибрано зони: модуль лікаря-оператора, модуль лікаря-асистента, центральна консоль, автономна мобільна консоль (рис. 2, 3). Визначались критерії: комфортність візуального моніторингу, наближення до мануального моніторингу, можливість фіксації та стабілізації приладу, наявність портів розширення (USB2-порт, USB3-порт, мікроUSB-порт, ДОК-станції). Проведено статистичний аналіз досліджень.

**Результати досліджень та їх обговорення.** При відхиленнях від 25 до 5 кутових хвилин точність (позиціонування) становить не менше 10 %, при менших відхиленнях вона спадає до 18 %. Проміжок до 0,1–0,5 мм між окістям і платформою імплантата є граничним. При однаковому обертовому зусиллі в ділянці платформи імплантата тиск на кісткову тканину зростає непропорційно, а при деякому значенні має руйнівний характер. Виявлено нерівномірність деформації прилеглих кісткових структур. При порівнянні експериментів результати зіставні, різниця швидкості передачі даних суб'єктивно не визначається.

Для візуального дослідження ми застосували ендоскоп, інстельований на платформі ANDROID (подане клопотання на видачу патенту). У 22 % випадків ми спостерігали



Рис. 2. Прилад медичної навігації в автономному застосуванні при використанні переносного комп'ютера на автономній консолі.



Рис. 3. Ендоскоп-андроїд.

прояви процесу деформації кісткового прошарку, прояв солітону в кістковій тканині, не візуалізований звичайним спостереженням. Ефективність ендоскопії за запропонованим методом становила 92 %. Застосування платформи Android у системах медичної навігації та ендоскопії актуальне у зв'язку з розвитком телекомунікаційних технологій.

Клінічні випробування кон'юктивно застосованих приладів «Навігатор ЮК», «Навігатор ЮК-А», ендоскопа, перкусіоскопа зі стандартизованою стоматологічною установкою забезпечили точність кутового позиціонування імплантата на рівні  $2 \pm 0,5'$  (якщо кутове переміщення менше  $25'$ ) і  $1 \pm 0,5'$  (якщо кутове переміщення менше  $5'$ ), точність лінійного позиціонування складала  $(0,50 \pm 0,05)$  мм (при переміщенні імплантата до 10 мм). Проміжок до 0,1–0,5 мм між окістям і платформою імплантата є граничним. При однаковому обертовому зусиллі в ділянці платформи імплантата тиск на кісткову тканину зростає

непропорційно, а при деякому значенні має руйнівний характер. Оскільки нашим завданням було повне усунення патогенного фактора, ми не визначали мінімальних патогенних значень у різних зонах. У 22 % випадків ми спостерігали продовження процесу деформації кісткового прошарку на протязі  $\approx 3$  хв після зняття механічного навантаження. Виявлено нерівномірність деформації прилеглих кісткових структур. Для приладу «Навігатор ЮК»: при відхиленнях від 25 до 5 кутових хвилин точність позиціонування становить не менше 10 %, при менших відхиленнях вона спадає до 25 %. При порівнянні експериментів результати зіставні, різниця швидкості передачі даних суб'єктивно не визначається.

Ми встановили наявність 2 % стоматологічних комплексів у стоматологічних кабінетах «класу люкс» провідних виробників, у яких конструктивно передбачено заміну окремих модулів чи інтеграція додаткових приладів (модернізація), інтеграція з комп'ютером, візіографом та ін. без зміни конструкції обладнання. У 36 % випадків моніторингу обладнання ми спостерігали наявність стоматологічних комплексів «середнього класу» – оснащені основними робочими інструментами, передбачають тривале фахове застосування, але обмежені можливостями дооснащення. У 62 % випадків моніторингу стоматологічного обладнання ми спостерігали наявність стоматологічних комплексів «економ класу» або старе обладнання із невизначеними технічними можливостями.

Застосування приладу медичної навігації на основі стаціонарного персонального комп'ютера, як окремого обладнання, вимагає додаткової площі стоматологічного кабінету, обмежує мобільність персоналу, потребує оновленого програмного забезпечення.

Застосування приладу медичної навігації на основі переносного персонального комп'ютера типу «Навігатор ЮК» як окремого обладнання, потребує близько 1 м<sup>2</sup> додаткової площі стоматологічного кабінету або розміщується на консолі стоматологічної установки «середнього» або «класу люкс».

Застосування приладів ендоскопа Android, медичної навігації типу «Навігатор ЮК-А» на платформі Android, прилад персіоскоп інтегрується із стоматологічною установкою «класу люкс» або розміщується на консолі стома-

тологічної установки середнього класу. Аналізуючи доцільність застосування різних платформ комп'ютерного забезпечення, ми не вбачаємо доцільність застосування автономної консолі для приладу медичної навігації типу «Навігатор ЮК».

Провівши ергономічні дослідження ми вважаємо найбільш доцільним укорінення<sup>1</sup> у стоматологічній установці «класу люкс» приладу медичної навігації типу «Навігатор ЮК-А» на платформі Android у зоні інструментального столика (модуля). Фірмовиробник обладнання в цій зоні передбачила укорінення негатоскопа для рентгенологічних прицільних знімків (рис. 4). Враховуючи потребу в комфортності праці лікаря та попередні розробки [7], вважаємо за доцільне застосування додаткового монітора у вигляді лицевої маски.

Враховуючи швидкий розвиток телекомунікаційних технологій, ми спробували визначити готовність лікарів-стоматологів до застосування методу медичної навігації. Аналіз мотивації лікаря до запропонованих методів лікування відображено на рисунках 5, 6: 11(15,7 %) лікарів мають невизначеність щодо методу лікування, 14 (20 %) віддають перевагу запропонованому методу оперативного втручання, 45 (64,3 %) – потребують додаткової інформації (навчання).



Рис. 4. Конструктивні особливості перкусіоскопа.

<sup>1</sup> Укорінення – термін, що виражає постійне знаходження суб'єкта спостереження, в даному випадку приладу. На нашу думку, терміни: встановлення, фіксація, стабілізація тощо частково або не коректно відображають, власне у даному випадку, стан суб'єкта спостереження, а також суперечливі по своїй суті при детальному описі процесу, який відбувається. Термін «укорінення» застосовують у науковій, юридичній, медичній, міжнародній дипломатичній документації і т. д., що означає: постійне місце знаходження суб'єкта (особи, транспорту, мікрочастинки, макросуб'єкта спостереження (спутника) тощо). Наприклад, [http://www.kiew.diplo.de/contentblob/2655634/Daten/840529/pdf\\_visa\\_schengenvisumantrag\\_neu.pdf](http://www.kiew.diplo.de/contentblob/2655634/Daten/840529/pdf_visa_schengenvisumantrag_neu.pdf) [2, 4, 7].

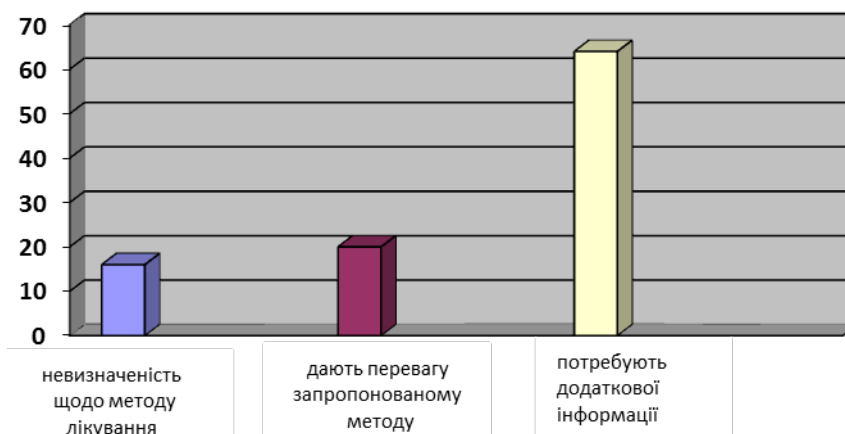


Рис. 5. Аналіз мотивації лікаря-стоматолога щодо запропонованих методів лікування (%).

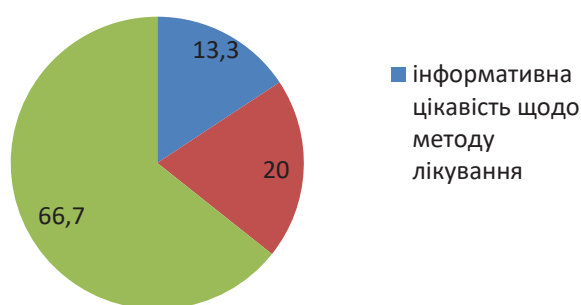


Рис. 6. Аналіз мотивації лікаря-стоматолога експерту (об'єм вибірки 120) в індустрійно розвинутих країнах щодо запропонованих методів діагностики (експертизи) (%).

Удосконалена техніка виконання процедури дозволила в усіх випадках провести успішно операцію й одержати позитивний результат.

Статистичні дані, що наведені в таблиці, відображають кількість операцій, які вдалось завершити обраним методом, і операцій, в яких обраний метод не дозволяв успішно завершити, і довелось змінити підхід.

Окрім очевидної відмінності в числових даних, для підтвердження ефективності власної методики використали  $\chi^2$ -критерій як критерій незалежності. В мові програмування R даний критерій реалізується за допомогою функції `chisq.test`.

Перевірятимемо нульову гіпотезу:  
 $H_0$ : успішний результат операції не залежить від обраної методики

```
# введення даних
> data1=matrix(c(30,10,60,2),nrow=2, ncol=2)
> colnames(data1)=c(«Метод класичний», «Метод власний»)
```

```
> rownames(data1)=c(«Вдалось завершити операцію даним методом», «Не вдалось завершити операцію даним методом»)
```

```
> data1
```

*Метод класичний; Метод власний*

```
Вдалось завершити операцію даним методом – 30; 60
```

```
Не вдалось завершити операцію даним методом – 10; 2
```

```
# застосування  $\chi^2$ -критерію
```

```
> chisq.test(data1)
```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```
data: data1
```

```
X-squared = 9,1063, df = 1, p-value = 0,002547
```

Після замовчування рівень значущості критерію (імовірність помилки першого роду) =0,05. У даному випадку ймовірність помилки, одержаної в результаті застосування тесту  $p\text{-value} < 0,05$ , тому основна гіпотеза відхиля-

Таблиця. Результат застосування запропонованих методик

| Результат  | Метод класичний | Метод власний |
|--|-----------------|---------------|
| Вдалось завершити операцію за вказаним методом і одержати позитивну динаміку | 30              | 60            |
| Даний метод не дозволяв завершити успішно операцію і довелось змінити підхід | 10              | 2*            |

Примітка. \* – операція завершилась вдало, але в силу супутнього захворювання (цукровий діабет – 1 пацієнт) та особистих обставин (1 пацієнт), імплантацію проведено так і не було.

ється. Цей результат можна інтерпретувати як залежність ефективності операції від обраного методу.

*Аналіз стану кісткового масиву після завершального етапу імплантації*

В одній групі пацієнтів (30 осіб) проводили імплантацію за класичною схемою. У другій групі імплантацію застосували з рядом нововведень та удосконалень (використання змазки, інструментів нового типу, застосування мембрани, синтеризація). Наведені дані стану кісткового масиву через 6 та через 18 місяців після завершального етапу імплантації.

Очевидно, що для цих вибірок застосовувати класичний дисперсійний аналіз неможливо, оскільки перед нами вибірки з дискретних розподілів, а не з нормального розподілу, як це вимагається.

У такому випадку можна використати дисперсійний аналіз за Краскелом – Уоллісом, що відноситься до групи непараметричних методів статистики. Це означає, що при виконанні відповідних розрахунків не будуть використовуватись параметри того чи іншого ймовірного розподілу. Замість цього використовуватимуться ранги вхідних значень та їх суми у групах.

У мові програмування R дисперсійний аналіз за Краскелом – Уоллісом реалізується за допомогою функції `kruskal.test`.

Перевіримо нульову гіпотезу:

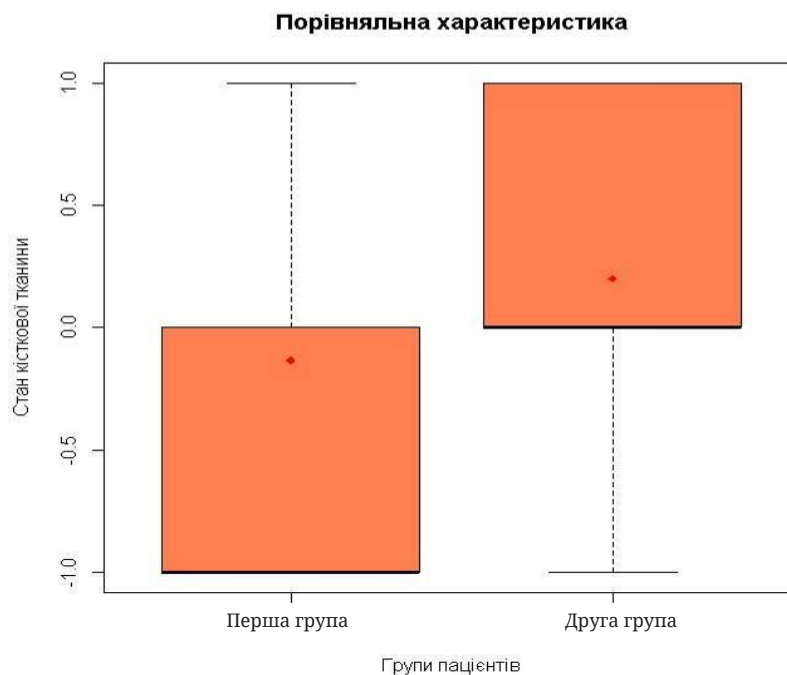
$H_0$ : відмінності між значеннями в групах, а відмінності між медіанними значеннями цілком випадкові.

Ця гіпотеза стверджує, що перед нами дані з одного розподілу з однією і тією ж самою медіаною. А відмінність між значеннями у вибірках вважається випадковістю, яка проявляється в силу невеликих обсягів вибірок:

```
# введення даних.
> setwd("C:/Users/Admin/Documents")
> data<-read.table(file="data.txt",header=TRUE,dec=',')
# застосування тесту Краскела – Уолліса
> kruskal.test (data)
Kruskal –Wallis rank sum test
data: data
Kruskal – Wallis chi-squared = 10.825, df = 1,
p-value = 0.001002
> boxplot(data, xlab= «Групи пацієнтів», ylab=
«Стан кісткової тканини», main= «Порівняльна характеристика», col="coral", data=data)
> g1<-data$група1[1:30]
> g2<-data$група2[1:90]
> m<-c(mean(g1),mean(g2))
> points (m, pch=18,col="red", lwd=7).
```

Знову звертаємо увагу на p-value.

Імовірність одержати таке велике значення критерію при справедливій нульовій гіпотезі мала менше 0,05, тому відхиляємо основну гіпотезу. На рисунку 7 бачимо, що медіани для



**Рис. 7.** Порівняльна характеристика.

обох вибірок однакові й рівні 0, тому результати тесту Краскела – Уолліса дещо дивують. У квадратах відзначено емпіричне середнє для двох вибірок.

Проаналізуємо інші дані:

```
# введення даних.  
> setwd("C:/Users/Admin/Documents")  
> data<-read.table(file="data1.txt",header=TRUE,  
dec=',')  
# застосування тесту Краскела – Уолліса  
> kruskal.test(data)  
Kruskal – Wallis rank sum tes  
data: data  
Kruskal – Wallis chi-squared = 34.088, df = 1,  
p-value = 5.267e-09  
> boxplot(data,xlab= «Групи пацієнтів», ylab=  
«Стан кісткової тканини», main= «Порівняльна  
характеристика», col="coral», data=data)  
> g1<-data$група1[1:30]  
> g2<-data$група2[1:90]  
> m<-c(mean(g1),mean(g2))  
> points(m, pch=18,col="red", lwd=7)
```

Для даних одержали p-value = 5,267e-09, що значно менше, ніж рівень значущості 0,05, тому сміливо відхиляємо основну гіпотезу. На коробчастій діаграмі наявна відмінність в медіанах двох вибірок.

**Висновки.** Запропонований підхід оптимізує процес оперативного втручання і рекомендований для клінічного застосування з метою збереження коміркового відростка і максимально сприятливих умов для реалізації власного остеогенного потенціалу людини.

Застосування мобільних пристроїв під управлінням ОС Android є актуальним у зв'язку з розвитком телекомунікаційних технологій.

1. Статистичний аналіз даних підтвердив ефективність власної методики при проведенні процедури синус-ліфтингу, а саме, підтвердилась залежність вдалого завершення операції і позитивної динаміки післяопераційний період від обраного методу.

2. Загоювання приімплантатної кістки являє собою процес ремодуляції коміркового відростка, який у кінцевому результаті призводить до втрати рівноваги процесів резорбції та утворення кістки у бік перших. З метою попередження атрофії, збереження висоти, ширини і форми коміркового відростка необхідно проводити комплекс заходів, основним з яких є застосування імплантато-протезів та замінників кістки, формування лабільного імплантатного депо та цитостатичного бар'єрного комплексу. Їх спільне застосування змінює функціональність у біогенному аспекті.

**Перспективи подальших досліджень.** Впровадження медичної навігації у клініці стоматології, застосовуючи нові прилади та інтерактивні методики, дозволить прогнозовано провести органозберігальні втручання для раціонального протетичного відновлення втрачених анатомічних структур. Апробація приладу «Навігатор ЮК-А» у кон'юнкції із приладами супроводу визначає перспективи його застосування у стоматології, створення роботизованих систем у медицині взагалі.

©M. M. Yasinskyi<sup>1</sup>, Ya. R. Karavan<sup>1</sup>, M. A. Rusnak<sup>2</sup>, M. V. Kasiyanchuk<sup>1,3</sup>Bukovinian State Medical University, Chernivtsi<sup>1</sup>Yuri Fedkovich Chernivtsi National University<sup>2</sup>Private specialized medical practice, Chernivtsi<sup>3</sup>

## Conjunctive application of devices based on the Android platform in radiovisiographic research under war conditions in Ukraine

**Summary.** The experiment feasibility of the medical navigation, endoskopi end radiovisiografi method at background traumatic factor on biological tissue during surgery was determined.

**The aim of the study** – to estimate the efficiency of medical navigation mode at clinical study using Android technology and mobile device during surgery for the maximum possible bone preservation.

**Materials and Methods.** An experimental dental implant surgery with registration of the traumatic impact stimulus on the periosteum in the area of the implant. To control the positioning of the implant the navigation module (Ukraine patent N68641) integrated with the mobile phone platform Android was used. The dynamic pressure on the periosteum by own technique with stain gauge was determined. Bone deformation using inductive displacement meter was defined. These results were compared with other ones, obtained in the experiment with navigation system, integrated with desktop computer under Windows software. The feasibility of integrating medical navigation device on Android platform with standard dental unit for the ergonomics of implant surgeon was determined.

**Results and Discussion.** Preclinical testing of medical navigation „Navigator YuK-A” device provides accurate angular positioning of the implant at  $2\pm 0.5^\circ$  (if angular displacement less than  $25^\circ$ ) and  $1\pm 0.5^\circ$  (if angular displacement of less than  $5^\circ$ ), precision linear positioning was  $0.50\pm 0.05$  mm (when moving the implant up to 10 mm). The gap of 0.1-0.5 mm between the periosteum and the implant platform is the limit. With the same effort in the area of the rotating implant platform the bone tissue pressure increases disproportionately and in some sense is destructive. In 22 % of cases we observed a continuing process of bone deformation layer during ~3 minutes after removing of mechanical stress. When comparing both experimental techniques results they look similar, the difference data rate is not determined subjectively.

**Conclusions.** The approach optimizes the process of surgery and can be recommended for clinical use. Application of medical navigation systems on Android platform is relevant with the development of telecommunication technologies.

**Key words:** dental implants; medical navigation; endoscope; implant; operating system Android; mobile communication device.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review / R. Ewers, K. Schicho, G. Undt [et al.] // *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2005. – No 34 (1). – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.ijom.2004.03.018.
2. Zoeller J. Conservation method of bone adaptive opportunities during oral osteoplastic surgical intervention / J. Zoeller, M. Kasiyanchuk, P. Fochuk : Conference proceedings International Osteology Symposium in Monaco. – Monaco: Osteology Foundation, Switzerland, 2016. – P. 143.
3. Point-to-point computer-assisted navigation for precise transfer of planned zygoma osteotomies from the stereolithographic model into reality / Clemens Klug, Kurt Schicho, Oliver Ploder [et al.] // *J. Oral. Maxillofac. Surg.* – 2006. – No 64 (3). – P. 550–559. DOI: 10.1016/j.joms.2005.11.024.
4. Medical navigation as a method of minimize posteriori error in oral osteoplastic surgical intervention / J. Zoeller, S. Ostapov, Y. Kasiyanchuk [et al.] : Proceedings of the Forth International Conference Informatics and computer technics problems (PICT-2015). – Chernivtsi, 2015. – P. 81–83.
5. Horowicz G, applicant; Horowicz G, patent owner. Dental Guiding System and Method. Patent US № WO/2015/107520. 2015 Jul 23.
6. Касіянчук Ю. М. Застосування платформи «Android» у системах медичної навігації в аспекті до клінічних досліджень / Ю. М. Касіянчук, П. М. Фочук, М. В. Касіянчук : Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ-2016)». – Чернівці : Родовід, 2016. – С. 19.
7. Ергономіка приладів ендоскопії та комп'ютерного супроводу аспекти доклінічних та клінічних



досліджень / Ю. М. Касіянчук, М. А. Руснак, П. М. Фочук, М. В. Касіянчук : Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки (ПІКТ-2016)». – Чернівці : Родовід, 2016. – С. 20.

8. Пат. України. Прилад «Навігатор ЮК-М» для визначення позиціонування інструменту чи імплантату при оперативних втручаннях / Касіянчук Ю. М., Касіянчук М. В., винахідники; Касіянчук Ю. М., Касіянчук М. В., патентовласники. – № 85876 ; 2013 Груд. 10.

9. Пат. України. Прилад «Навігатор ЮК» для визначення позиціонування інструменту чи імплантату при оперативних втручаннях / Касіянчук Ю. М., Пшенічка П. Ф., Касіянчук М. В., винахідники; Касіянчук Ю. М., Пшенічка П. Ф., Касіянчук М. В., патентовласники. – № 68641 ; 2012 Квіт. 10.

10. Medical navigation as a method of preclinical investigation optimization in oral osteoplastic surgical inter-

vention / M. Kasiyanchuk, P. Fochuk, S. Ostapov [et al.] // Int. Poster J. Dent. Oral. Med. – 2013. – No 1. – P. 220.

11. The method of clinical trial optimization at oral osteoplastic surgical intervention / M. Kasiyanchuk, P. Fochuk, S. Ostapov [et al.] : Conference proceedings International Osteology Symposium in Monaco. – Monaco : Osteology Foundation, 2013. – P. 448.

12. Методологічні аспекти навчального процесу та технології медичної навігації в клініці стоматології / М. В. Касіянчук, П. Ф. Пшенічка, С. Е. Остапов [та ін.] // Новини стоматології. – 2013. – No 1. – С. 99–102.

13. Кох Р. Принцип 80/20. Секрет досягнення більшого за менших витрат / Р. Кох. – К. : КМ-БУКС, 2019. – 340 с.

14. Ньюпорт К. Не турбувати! Як сфокусуватися в інформаційному шумі / К. Ньюпорт. – К. : Наш формат, 2018. – С. 248 с.

15. Барнс А. Як бути усвідомленим / А. Барнс. – Харків : Фабула, 2017. – 160 с.

## REFERENCES

1. Ewers, R., Schicho, K., Undt, G., Wanschitz, F., Truppe, M., & Seemann, R. (2005). Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review. *Int. J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 34(1),1-8. DOI: 10.1016/j.ijom.2004.03.018.

2. Zoeller, J., Kasiyanchuk, M., & Fochuk, P. (2016). Conservation method of bone adaptive opportunities during oral osteoplastic surgical intervention. In: Conference proceedings International Osteology Symposium in Monaco; Apr 21-23; Monaco. Monaco: Osteology Foundation, Switzerland, 143.

3. Klug, C., Schicho, K., Ploder, O., Yeret, K., Watzinger, F., & Ewers R. (2006). Point-to-point computer-assisted navigation for precise transfer of planned zygoma osteotomies from the stereolithographic model into reality. *J. Oral. Maxillofac. Surg.*, 64(3), 550-559. DOI: 10.1016/j.joms.2005.11.024.

4. Zoeller, J., Ostapov, S., Kasiyanchuk, Y., Pshenichka, P., Kasiyanchuk, M., & Fochuk, P. (2015). Medical navigation as a method of minimize posteriori error in oral osteoplastic surgical intervention. In: *Proceedings of the Forth International Conference Informatics and computer technics problems (PICT-2015)*, May 26-29, Chernivtsi. Chernivtsi, 81-83.

5. Horowicz, G., applicant; Horowicz, G., patent owner. Dental Guiding System and Method. Patent US № WO/2015/107520. 2015 Jul 23.

6. Kasiianchuk, Yu.M., Fochuk, P.M., & Kasiianchuk, M.V. (2016). Zastosuvannya platformy „Android” u systemakh medychnoi navihatsii v aspekti do klinichnykh doslidzhen [Application of the Android platform in

medical navigation systems in the context of clinical trials]. *Materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Problemy informatyky ta kompiuternoi tekhniky (PIKT-2016) – Materials V International. science and practice conf. "Problems of informatics and computer technology (PIKT-2016)*. Chernivtsi: Rodovid [in Ukrainian].

7. Kasiianchuk, Yu.M., Rusnak, M.A., Fochuk, P.M., & Kasiianchuk, M.V. (2016). Erhonomika prykladiv endoskopii ta kompiuternoho suprovodu aspekti doklinichnykh ta klinichnykh doslidzhen [Ergonomics of endoscopy devices and computer support aspects of preclinical and clinical research]. *Materialy V Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Problemy informatyky ta kompiuternoi tekhniky (PIKT-2016) – Materials V International. science and practice conf. "Problems of informatics and computer technology (PIKT-2016)*. Chernivtsi: Rodovid [in Ukrainian].

8. Kasiianchuk, Yu.M., Kasiianchuk, M.V. vynakhidnyky; Kasiianchuk, Yu.M., & Kasiianchuk, M.V. patentovlasnyky. Prylad "Navihator YuK-M" dlia vyznachennia pozysiiuvannia instrumentu chy implantatu pry operatyvnykh vtruchanniakh [Device "Navigator UK-M" to determine the position of the tool or implant during surgery]. Patent Ukrainy № 85876. 2013 Hru 10 [in Ukrainian].

9. Kasiianchuk, Yu.M., Pshenichka, P.F., & Kasiianchuk, M.V. vynakhidnyky; Kasiianchuk, Yu.M., Pshenichka, P.F., & Kasiianchuk, M.V. patentovlasnyky. Prylad "Navihator YuK" dlia vyznachennia pozysiiuvannia instrumentu chy implantatu pry operatyvnykh vtruchanniakh [Device "Navigator UK" for determining the position of

the tool or implant during surgery]. Patent Ukrainy № 68641. 2012 Kvi. 10. [in Ukrainian].

10. Kasiyanchuk, M., Fochuk, P., Ostapov, S., Pshenichka, P., & Kasiyanchuk, Y. (2013). Medical navigation as a method of preclinical investigation optimization in oral osteoplastic surgical intervention. *Int. Poster. J. Dent. Oral. Med.*, 1, 220.

11. Kasiyanchuk, M., Fochuk, P., Ostapov, S., Pshenichka, P., Kasiyanchuk, Y. (2013). The method of clinical trial optimization at oral osteoplastic surgical intervention. In: *Conference proceedings International Osteology Symposium in Monaco*; 2013; Monaco. Monaco: Osteology Foundation; Monaco.

12. Kasiyanchuk, M.V., Pshenichka, P.F., Ostapov, S.E., Fochuk, P.M., & Kasiyanchuk, Y.M. (2013).

Metodolohichni aspekty navchalnoho protsesu ta tekhnolohii medychnoi navihatsii v klinitsi stomatolohii [Methodological aspects of educational process and medical navigation technology in dentistry clinic]. *Novyny stomatolohii – Dentistry News*, 1, 99-102 [in Ukrainian].

13. Kokh, R. (2019). *Pryntsyp 80/20. Sekret dosiahnennia bilshoho za menshykh vytrat [Principle 80/20. The secret to achieving more at less cost]*. Kyiv: KM-BUKS [in Ukrainian].

14. Niuport, K. (2018). *Ne turbuvaty! Yak sfokusuvatysia v informatsiinomu shumy [Do not disturb! How to focus in information noise]*. Kyiv: Nash format [in Ukrainian].

15. Barns, A. (2017). *Yak buty usvidomlenym [How to be aware]*. Kharkiv: Fabula [in Ukrainian].