



Korelacje pomiędzy wskaźnikami PMI i IC a prawdopodobieństwem 10-letniego ryzyka złamania osteoporotycznego oszacowanego za pomocą kalkulatora FRAX BMI

Correlations between PMI and IC Indices, and probability of 10-year osteoporotic fracture risk estimated using the FRAX BMI calculator

Magdalena Piskórz^{1,A-F}, Weronika Miazek^{2,C-D}, Piotr Suski^{2,C-D}, Oskar Tokarczuk^{2,C-D}, Ingrid Różyło-Kalinowska^{1,D-F}

¹ Zakład Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska

² Koło Naukowe przy Zakładzie Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Piskórz M, Miazek W, Suski P, Tokarczuk O, Różyło-Kalinowska I. Korelacje pomiędzy wskaźnikami PMI i IC a prawdopodobieństwem 10-letniego ryzyka złamania osteoporotycznego oszacowanego za pomocą kalkulatora FRAX BMI. Med Og Nauk Zdr. 2025; 31(1): 77–83. doi: 10.26444/monz/200683

■ Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Osteoporoza jest przewlekłą chorobą szkieletu, której znaczenie wzrasta w związku ze starzeniem się populacji. W diagnostyce tego schorzenia kluczową rolę odgrywa ocena gęstości mineralnej kości, a także narzędzia takie jak kalkulator FRAX, który pozwala na oszacowanie ryzyka złamań osteoporotycznych. Dostępna literatura sugeruje, że wskaźniki radiomorfometryczne żuchwy mogą być przydatne w identyfikacji pacjentów zagrożonych osteoporozą.

Celem naszej pracy była ocena korelacji pomiędzy wskaźnikami radiomorfometrycznymi żuchwy (PMI i IC) a ryzykiem złamań osteoporotycznych, oszacowanym za pomocą kalkulatora FRAX BMI.

Materiał i metody. Badaniem objęto 422 pacjentów w wieku 40–89 lat, którzy zgłosili się na leczenie stomatologiczne. Wykonano zdjęcia pantomograficzne, na podstawie których wyliczono wskaźniki radiomorfometryczne (PMI i IC), oraz zebrano dane epidemiologiczne, w tym BMI, co posłużyło do oszacowania ryzyka złamań osteoporotycznych za pomocą narzędzia FRAX. Uzyskane dane poddano analizie statystycznej.

Wyniki. Wyniki wykazały słabą, lecz istotną korelację między 10-letnim ryzykiem złamań osteoporotycznych a wskaźnikiem PMI, zwłaszcza u kobiet. Wraz ze wzrostem PMI ryzyko złamań malało, szczególnie po stronie lewej. Podobne wyniki zaobserwowano dla złamań szyjki kości udowej, w przypadku których PMI i IC były istotnie skorelowane z niższym ryzykiem u kobiet i w całej grupie pacjentów.

Wnioski. Kalkulator FRAX wraz ze wskaźnikami radiomorfometrycznymi (PMI i IC), obliczonymi dzięki wykonaniu zdjęć

pantomograficznych, może pomóc w identyfikacji osób, a w szczególności kobiet, zagrożonych osteoporozą i motywować je do podjęcia działań profilaktycznych.

■ Słowa kluczowe

osteoporoza, pantomogram, PMI, IC, FRAX

■ Abstract

Introduction and Objective. Osteoporosis is a chronic skeletal disease the significance of which is growing due to the aging of the population. In the diagnostics of this condition, the assessment of bone mineral density plays a crucial role, as well as tools, such as the FRAX calculator, which allows estimation of osteoporotic fracture risk. Available literature suggests that radiomorphometric indices of the mandible may be useful in identifying patients at risk of osteoporosis. The Aim of the study was to assess the correlation between mandibular radiomorphometric indices (PMI and IC) and the risk of osteoporotic fractures, estimated using the FRAX BMI calculator.

Materials and Method. The study covered a group of 422 patients aged between 40–89, who reported for treatment at the Clinical Dental Centre in Lublin. Research analysis included radiomorphometric parameters (PMI and IC). A diagnostic survey was conducted to assess the 10-year probability of major osteoporotic and hip fractures using the FRAX BMI tool. Clinical data obtained and the results of the measurements using panoramic software were described in the tables and statistically analyzed.

Results. The results showed a weak; however, significant correlation between the 10-year risk of osteoporotic fractures and the PMI index, especially in women. As the PMI increased, the fracture risk decreased, particularly on the left side. Similar results were observed for hip fractures, where PMI and IC were significantly correlated with lower risk in women and across the entire patient group.

✉ Adres do korespondencji: Weronika Miazek, Koło Naukowe przy Zakładzie Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
E-mail: weronika.miazek@wp.pl

Nadesłano: 21.10.2024; zaakceptowano do publikacji: 31.01.2025; publikacja online: 21.02.2025

Conclusions. The FRAX calculator, along with radiomorphometric indices (PMI and IC) calculated from panoramic radiographs, can help identify individuals, particularly women,

at risk of osteoporosis, and motivate preventive measures.

Key words

osteoporosis, panoramic radiograph, PMI, IC, FRAX

WSTĘP

Osteoporoza to zaburzenie szkieletowe, które w świetle zmian demograficznych staje się coraz większym obciążeniem dla opieki zdrowotnej na całym świecie [1]. Obecnie funkcjonują dwie definicje osteoporozy. Definicja sformułowana przez ekspertów National Osteoporosis Foundation i National Institutes of Health – NOF/NIH (2001): „Osteoporoza jest to choroba szkieletu, charakteryzująca się upośledzoną wytrzymałością kości, co powoduje zwiększone ryzyko złamania” oraz definicja według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) (1993): „Osteoporoza jest układową chorobą szkieletu, charakteryzującą się niską masą kości, zaburzoną mikroarchitekturą tkanki kostnej prowadzącą do wzmożonej łamliwości kości i złamań” [2].

Z wyższym ryzykiem tego schorzeniem związane są wyższy wiek oraz dłuższa oczekiwana długość życia i płeć żeńska, chociaż powszechniejsze staje się uwzględnianie szerszego zakresu klinicznych czynników ryzyka w celu identyfikacji osób zagrożonych osteoporozą i jej najważniejszymi następstwami [1].

W piśmiennictwie spotykamy się z podziałem osteoporozy ze względu na lokalizację i ze względu na etiologię [2] (ryc. 1).

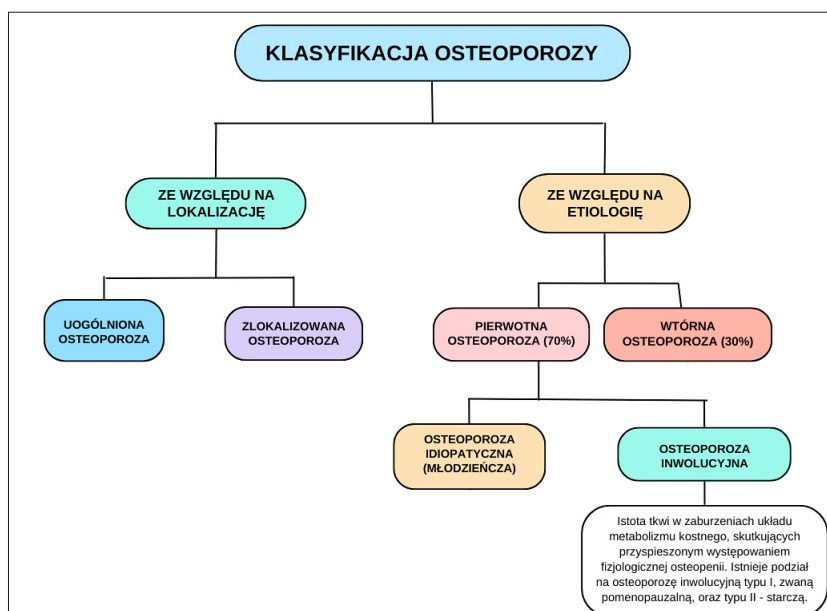
Choroba przebiega podstępnie, powodując bezbolesne pogarszanie się stanu układu kostnego, polegające na postępującej destrukcji masy kostnej, zaś zauważalnym jej objawem jest zazwyczaj złamanie osteoporotyczne, świadczące o dużym zaawansowaniu osteoporozy [2]. Konsekwencje kliniczne i obciążenie ekonomiczne związane z tą chorobą wymagają podjęcia działań mających na celu identyfikację osób z grupy wysokiego ryzyka, aby umożliwić odpowiednią interwencję [3].

Podstawowym narzędziem stosowanym w diagnostyce osteoporozy jest ocena gęstości mineralnej kości (ang. *bone mineral density*, BMD) przy użyciu metody absorpcjometrii podwójnej wiązki promieniowania rentgenowskiego (ang. *dual energy x-ray absorptiometry*, DXA). Polega ona na uzyskaniu bezwzględnej wartości gęstości mineralnej wyrażonej według masy (ang. *bone mineral content*, BMC) i podzieleniu tego wyniku przez powierzchnię pomiaru, co daje wartość gęstości mineralnej kości wyrażoną w gramach na cm^2 [4].

WHO zdefiniowała kryteria oceny stanu kości i określania ryzyka złamań. Kryteria te są definiowane przez T-score, czyli liczbę odchyłeń standardowych (SD), o jaką wynik testu pacjenta przekracza (dodatni T-score) lub spada poniżej (ujemny T-score) wartości średniej dla grupy młodych dorosłych. BMD jest wyrażana jako stosunek do dwu norm: T-score i Z-score (oczekiwana BMD dla wieku i płci danej osoby). W wielu badaniach epidemiologicznych wykazano, że ryzyko złamania wzrasta wraz ze spadkiem BMD [5].

Według WHO o zdrowej kości świadczy wynik T-score $\geq -1,0$ SD, o osteopenii T-score od $-1,0$ SD do $-2,5$ SD, zaś o osteoporozie T-score $\leq -2,5$ SD [6]. U kobiet przed menopauzą, u mężczyzn przed 50. rokiem życia oraz w przypadku dzieci i młodzieży poniżej 20. roku życia ocenia się wskaźnik densytometryczny, nazywany Z-score [7].

Głównym celem leczenia osteoporozy jest zmniejszenie ryzyka złamań niskoenergetycznych. W związku z tym zdolność do oceny ryzyka złamania ma kluczowe znaczenie dla identyfikacji pacjentów kwalifikujących się do interwencji. W 2008 roku Centrum Współpracy Światowej Organizacji Zdrowia w Sheffield w Wielkiej Brytanii opublikowało FRAX (Fracture Risk Assessment Tool, FRAX TM) – narzędzie do oceny ryzyka złamań służące do oszacowania



Rycina 1. Podział osteoporozy według lokalizacji i etiologii

Źródło:

zindywidualizowanego 10-letniego prawdopodobieństwa wystąpienia złamania biodra i poważnego złamania osteoporotycznego (biodra, klinicznego kręgosłupa, dystalnej części przedramienia i proksymalnej części kości ramiennej). Narzędzie FRAX uwzględnia 8 klinicznych czynników ryzyka (CRF; wcześniejsze złamanie kruchości, złamanie biodra u rodzica, palenie tytoniu, ogólnoustrojowe stosowanie glukokortykoidów, nadmierne spożywanie alkoholu, wysoki wskaźnik masy ciała, reumatoidalne zapalenie stawów i inne przyczyny wtórnej osteoporozy), które, oprócz wieku i płci, przyczyniają się do oszacowania 10-letniego ryzyka złamania niezależnie od BMD [8].

Elektroniczny kalkulator FRAX jest dostępny pod adresem <https://frax.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?lang=po>. Wystarczy wprowadzić podstawowe dane pacjenta, takie jak wiek, płeć, masa ciała i wzrost, oraz zaznaczyć istniejące czynniki ryzyka złamania, aby otrzymać wynik RB-10, określający ryzyko złamania kości oraz złamania osteoporotycznego. Istnieje także uproszczona wersja obliczeń RB-10 w postaci tabel (FRAX-BMD, FRAX-BMI), które biorą pod uwagę liczbę czynników ryzyka, wiek, płeć oraz BMD (T-score), a gdy te dane nie są dostępne, uwzględnia się BMI (wskaźnik masy ciała, ang. *body mass index*). Tabele te są dostępne na stronie FRAX [9].

Określenie ryzyka za pomocą narzędzia do oceny ryzyka złamań (FRAX) z uwzględnieniem wskaźnika BMI redukuje potrzebę stosowania DXA w opracowywaniu zaleceń dotyczących leczenia [10].

W diagnostyce osteoporozy badanie radiologiczne nie jest zazwyczaj stosowane jako narzędzie pierwszego wyboru, jednak podejmowane są próby wykorzystania takiego badania do oceny gęstości kości żuchwy. Może ono okazać się pomocne w dalszej diagnostyce oraz w identyfikacji pacjentów [11]. W związku z tym zaczęto podejmować próby wprowadzenia wskaźników ilościowych oraz jakościowych, które byłyby pomocne w wyłonieniu pacjentów z grupy ryzyka oraz umożliwiłyby skierowanie ich do odpowiednich poradni w celu dalszej diagnostyki.

Aby obliczyć ilościowe wskaźniki radiomorfometryczne, konieczne jest wykonanie pomiarów liniowych poszczególnych składowych. W piśmiennictwie wielu autorów posługuje się wskaźnikiem radiomorfometrycznym zaproponowanym w 1998 roku przez Hornera i Devlina [12], określającym szerokość warstwy zbitej części podstawnej żuchwy w okolicy otworu bródkowego. Szerokość warstwy zbitej jest podawana w milimetrach, a mierzona wzdłuż linii prostopadłej do stycznej dolnego brzegu istoty zbitej żuchwy przechodzącej przez dolne ograniczenie otworu bródkowego w jego środkowej części, i nazywana *inferior cortex* (IC) [13, 14]. Pomiaru można również dokonać w części podstawnej trzonu żuchwy dystalnie od otworu bródkowego [15]. Wskaźnik ten jest nazywany przez innych autorów *mental index* (MI), *cortical width* (CW), *mandibular cortex width* (MCW) lub *mandibular cortical thickness* (MCT). Dla ujednoczenia użytego w pracy nazewnictwa w dalszej jej części będziemy posługiwać się nazwą *inferior cortex* (IC). W piśmiennictwie znany jest również wskaźnik IC, który jest średnią wartością pomiarów szerokości blaszki zbitej brzegu dolnego żuchwy po obu stronach żuchwy [12]. Według Mudda i wsp. [16] o prawidłowej wartości szerokości blaszki zbitej mówimy, gdy IC > 3,1 mm.

Według Devlina i wsp. [17] wszystkich pacjentów, u których szerokość IC wynosi ≤ 3 mm, należy skierować na

dalsze badania w kierunku osteoporozy. Wartości IC oraz dwóch innych pomiarów liniowych (H, h) są niezbędne do obliczenia ilościowego wskaźnika radiomorfometrycznego – panoramicznego wskaźnika żuchwy (ang. *panoramic mandibular index*, PMI). H (ang. *Height*) to aktualna wysokość trzonu żuchwy, mierzona od dolnego do górnego brzegu żuchwy, natomiast h (ang. *height*) oznacza odległość między dolnym brzegiem żuchwy a dolnym ograniczeniem otworu bródkowego.

Wskaźnik informujący o miejscowej utracie kości żuchwy to panoramiczny wskaźnik żuchwy autorstwa Hornera i Devlina [12]. Według Mudda i wsp. [16] o prawidłowej wartości wskaźnika PMI świadczą wartości > 0,3.

Celem naszej pracy było określenie ryzyka osteoporozy za pomocą kalkulatora FRAX oraz ocena stanu kości żuchwy na podstawie zdjęć pantomograficznych, w odniesieniu do korelacji wskaźników PMI i IC z 10-letnim ryzykiem złamania osteoporotycznego oszacowanym za pomocą FRAX BMI.

MATERIAŁ I METODY

Grupę badaną stanowiło 422 pacjentów, zarówno kobiet, jak i mężczyzn, w wieku od 40 do 89 lat (średnia wieku 56,08 lat), którzy zgłosili się do leczenia w Stomatologicznym Centrum Klinicznym Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Badanie było prospektywne, wszyscy pacjenci zostali poinformowani o celu i planowanych procedurach badania, a następnie wyrazili zgodę na udział w nim. Badacze uzyskali zgodę na przeprowadzenie badania od lokalnej komisji bioetycznej (KE-0254/107/2017). Przy planowaniu badań uwzględniono potencjalne czynniki mogące wpłynąć na wyniki, takie jak współpraca podczas pozycjonowania do zdjęcia pantomograficznego oraz w trakcie przeprowadzania sondażu diagnostycznego. Spośród badanych pacjentów 270 stanowiły kobiety (64,0%), a 152 – mężczyźni (36,0%).

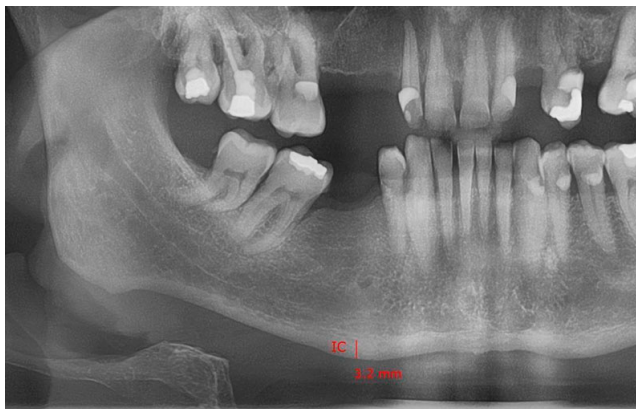
Do wykonania zdjęć wykorzystano dwa cyfrowe aparaty pantomograficzne: Vista Pano (Dürr Dental, Germany) oraz Proscan (Planmeca, Finlandia).

Po wyeksportowaniu wyników badań do programu umożliwiającego analizę cyfrowych radiogramów (Planmeca Romexis 3.3.0.R, DBSWIN 5.9.1) wyznaczono wskaźniki radiomorfometryczne ilościowe: szerokość warstwy zbitej (IC) w mm (ryc. 2), mierzoną jako odcinek styczny do dystalnego ograniczenia otworu bródkowego przechodzący przez istotę zbitą brzegu dolnego żuchwy; wskaźnik IC (ang. *IC index*), obliczany na podstawie średniej sumy grubości części zbitej brzegu dolnego po obu stronach żuchwy; panoramiczny indeks żuchwy (ryc. 3), wyliczany poprzez podzielenie szerokości warstwy zbitej brzegu dolnego żuchwy (IC) przez odległość pomiędzy dolnym ograniczeniem otworu bródkowego (h) (ryc. 4), według wzoru:

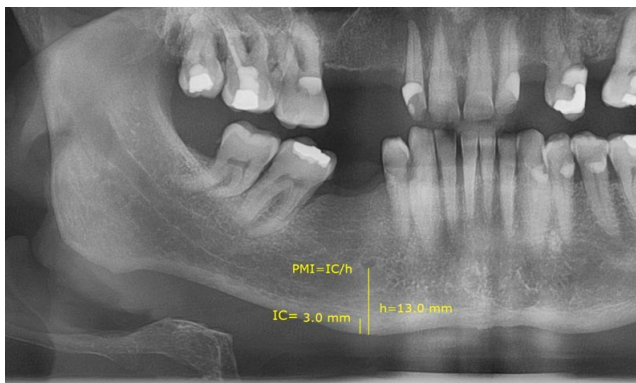
$$PMI = IC : h.$$

Od pacjentów zakwalifikowanych do grupy badanej w celu wykonania badania pantomograficznego zbierano dane epidemiologiczne. W ankiecie uwzględniono następujące zmienne: wiek oraz płeć, a także w celu obliczenia wskaźnika BMI – masę ciała w kg i wzrost w cm. Do obliczenia BMI zastosowano poniższy wzór:

$$BMI = \text{masa ciała (kg)} / \text{wzrost (m}^2\text{)}.$$



Rycina 2. Pomiar wartości IC – grubości istoty zbitwej w części podstawnej trzonu żuchwy dystalnie od otworu bródkowego, wyrażonej w milimetrach [mm] (ang. interior cortex)
Źródło:



Rycina 3. Przykład obliczenia wskaźnika PMI – panoramicznego indeksu żuchwy (ang. panoramic mandibular index)
Źródło:

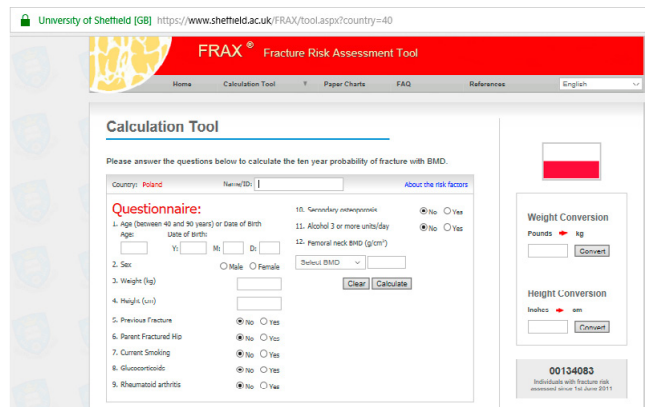
Ankietowani pytani byli o przebyte złamanie kości w dorosłym życiu, przebyte złamanie biodra u matki lub ojca, palenie papierosów obecnie i w przeszłości, spożywanie 3 lub więcej jednostek alkoholu dziennie (1 jednostka odpowiada jednej butelce piwa, kieliszкови wódki, lampce wina), przyjmowanie glikokortykosteroidów (np. prednizonu) obecnie i w przeszłości dłużej niż 3 miesiące, obecność schorzeń lub stanów takich jak: reumatoidalne zapalenie stawów (RZS), cukrzyca typu I, wrodzona łamliwość kości, nieleczone przez długi czas nadczynność tarczycy, hipogonadyzm, przedwczesna menopauza (przed 45. rokiem życia), przewlekłe niedożywienie, zespół złego wchłaniania, przewlekła choroba wątroby.

Metoda sondażu diagnostycznego posłużyła do zastosowania kalkulatora FRAX w celu wyliczenia ryzyka wystąpienia osteoporozy (MOFP, HOFP).

Do obliczeń 10-letniego prawdopodobieństwa złamania szyjki kości udowej oraz 10-letniego prawdopodobieństwa głównych złamań osteoporotycznych zastosowano polską wersję 3.3 narzędzia FRAX. Powyższe prawdopodobieństwa oszacowano, korzystając z narzędzia „calculation tool”, dostępnego na stronie internetowej brytyjskiego University of Sheffield (ryc. 4).

Dane kliniczne i wyniki pomiarów uzyskanych przy użyciu oprogramowania do badań pantomograficznych zostały zebrane w tabelach i poddane analizie statystycznej.

Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono przy pomocy programu Statistica ver. 12 PL.



Rycina 4. Kalkulator Fracture Risk Assessment Tool – FRAX
Źródło:

WYNIKI

Wykazano istotną statystycznie słabą korelację w grupie kobiet oraz nikłą w grupie wszystkich pacjentów pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań głównych a PMI po stronie prawej oraz średnimi wartościami PMI. W tych grupach wraz ze wzrostem PMI średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań głównych malały. Natomiast po stronie lewej 10-letnie ryzyko osteoporotycznych złamań głównych jest istotnie skorelowane z PMI we wszystkich badanych grupach i były one słabe. W grupie kobiet i wszystkich pacjentów wraz ze wzrostem PMI po stronie lewej średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań głównych malały, a w grupie mężczyzn rosły (tab. 1).

Tabela 1. Korelacja pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań głównych a PMI po stronie prawej, lewej i średnimi jego wartościami z uwzględnieniem płci pacjentów

Pierwsza zmienna	Druga zmienna	Płeć pacjentów	r	r ²	t	p
PMI prawa		K	-0,1642	0,0270	-2,7259	0,0068
		M	0,0685	0,0047	0,8413	0,4015
		Razem	-0,0967	0,0094	-1,9915	0,0471
PMI lewa	10-letnie ryzyko osteoporotycznych złamań głównych	K	-0,2480	0,0615	-4,1903	< 0,0001
		M	0,1754	0,0308	2,1816	0,0307
		Razem	-0,1305	0,0170	-2,6981	0,0073
PMI średnie		K	-0,2306	0,0532	-3,8798	0,0001
		M	0,1376	0,0189	1,7009	0,0910
		Razem	-0,1273	0,0162	-2,6312	0,0088

Źródło:

Słabe, lecz istotne statystycznie korelacje pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań szyjki kości udowej a wskaźnikiem PMI po stronie prawej, lewej i jego średnimi wartościami odnotowano jedynie w grupie kobiet i w grupie wszystkich pacjentów. W tych grupach wraz ze wzrostem PMI po stronie prawej, lewej i średnich wartości PMI średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań szyjki kości udowej malały. Natomiast w grupie mężczyzn korelacja ta nie była istotna (tab. 2).

Słabe, lecz znamienne statystycznie korelacje pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań głównych,

Tabela 2. Korelacja pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań szyjki kości udowej a PMI po stronie prawej, lewej oraz jego średnimi wartościami z uwzględnieniem płci pacjentów

Pierwsza zmienna	Druka zmienna	Płeć pacjentów	<i>r</i>	<i>r</i> ²	T	<i>p</i>
PMI prawa		K	-0,1714	0,0294	-2,8474	0,0047
		M	0,0280	0,0008	0,3436	0,7316
		Razem	-0,1155	0,0133	-2,3834	0,0176
PMI lewa	10-letnie ryzyko osteoporotycznych złamań szyjki kości udowej	K	-0,2024	0,0410	-3,3842	0,0008
		M	0,1399	0,0196	1,7306	0,0856
		Razem	-0,1118	0,0125	-2,3062	0,0216
PMI średnie		K	-0,2088	0,0436	-3,4950	0,0006
		M	0,0949	0,0090	1,1671	0,2450
		Razem	-0,1272	0,0162	-2,6274	0,0089

Źródło:

jak również złamań szyjki kości udowej z IC po stronie prawej, lewej oraz IC *index* odnotowano jedynie w grupie kobiet i w grupie wszystkich pacjentów. W tych grupach wraz ze wzrostem IC po stronie prawej, lewej oraz *index* średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań głównych malały. Natomiast w grupie mężczyzn korelacje nie były istotne (tab. 3, 4).

Tabela 3. Korelacja pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznych złamań głównych a wartościami IC po stronie prawej, lewej oraz średnimi wartościami IC (*index*) z uwzględnieniem płci pacjentów

Pierwsza zmienna	Druka zmienna	Płeć pacjentów	<i>r</i>	<i>r</i> ²	t	<i>p</i>
IC <i>index</i>		K	-0,2762	0,0763	-4,7052	< 0,0001
		M	0,0892	0,0080	1,0974	0,2742
		Razem	-0,2214	0,0490	-4,6520	< 0,0001
IC prawa	10-letnie ryzyko osteoporotycznych złamań głównych	K	-0,2435	0,0593	-4,1092	0,0001
		M	0,0410	0,0017	0,5025	0,6161
		Razem	-0,2094	0,0439	-4,3888	< 0,0001
IC lewa		K	-0,2668	0,0712	-4,5328	< 0,0001
		M	0,1260	0,0159	1,5559	0,1218
		Razem	-0,2031	0,0412	-4,2509	< 0,0001

Źródło:

Tabela 4. Korelacja pomiędzy 10-letnim ryzykiem osteoporotycznym złamań szyjki kości udowej a IC po stronie prawej, lewej oraz jego średnimi wartościami (*index*) z uwzględnieniem płci pacjentów

Pierwsza zmienna	Druka zmienna	Płeć pacjentów	<i>r</i>	<i>r</i> ²	T	<i>p</i>
IC <i>index</i>		K	-0,2810	0,0789	-4,7926	< 0,0001
		M	0,0735	0,0054	0,9023	0,3683
		Razem	-0,2155	0,0464	-4,5217	< 0,0001
IC prawa	10-letnie ryzyko osteoporotycznych złamań szyjki kości udowej	K	-0,2645	0,0700	-4,4904	< 0,0001
		M	0,0258	0,0007	0,3164	0,7522
		Razem	-0,2141	0,0459	-4,4928	< 0,0001
IC lewa		K	-0,2550	0,0650	-4,3181	< 0,0001
		M	0,1118	0,0125	1,3773	0,1705
		Razem	-0,1874	0,0351	-3,9109	0,0001

Źródło:

DYSKUSJA

Przez ponad 50 lat skuteczność oceny pantomogramu w identyfikowaniu osteoporozy żuchwy została wykazana w różnych populacjach [18]. Zdjęcie pantomograficzne może być przydatne jako prosta metoda przesiewowa w diagnostyce osteoporozy [19, 20]. Grubość blaszki zbitej części podstawnej trzonu żuchwy i wzorzec beleczkowania zauważone na pantomogramach są przydatnymi narzędziami do identyfikacji osób zagrożonych rozwojem osteoporozy i niską gęstością mineralną kości [19].

Carmo i wsp. [18] zauważyli, że osoby z cienką blaszką zbitą części podstawnej trzonu żuchwy (< 3 mm) mogą być narażone na obniżoną gęstość mineralną kości i osteoporozę, ale nie na złamania niskoenergetyczne. Jednakże osoby z mocno zniszczoną blaszką zbitą części podstawnej trzonu żuchwy są bardziej narażone na niską gęstość mineralną kości, osteoporozę i złamania niskoenergetyczne. Precyzję PMI oceniono w badaniu opartym na obserwacji, przeprowadzonym przez Güngöra i wsp. [13], którzy stwierdzili, że indeks wydaje się spójny, lecz wymaga przeprowadzenia większej liczby badań w celu potwierdzenia tych wyników. Badania Ledgertona i wsp. [14] wykazały, że indeks ten nie był niezawodny, dlatego konieczne są badania w celu ustalenia wartości referencyjnych zakresów PMI u osób w różnym wieku i powiązania tych danych z pomiarami BMD w ważnych miejscach szkieletu. Nemati i wsp. [21] obliczyli wartości PMI na podstawie zdjęć pantomograficznych 90 kobiet po menopauzie (30 z osteoporozą, 30 z osteopenią i 30 z grupy kontrolnej) i zmierzili BMD za pomocą DXA. Stwierdzili, że PMI ma wysoką wartość diagnostyczną w przewidywaniu niskiej BMD. Kiswanjay i wsp. [22] przeprowadzili badanie, w którym zmierzili BMD za pomocą ilościowej ultrasonografii (QUS) i zbadali, czy wartości PMI obliczone na podstawie 371 panoramicznych radiogramów można wykorzystywać do przewidywania ryzyka osteoporozy. W rezultacie stwierdzili, że wartości PMI mniejsze niż 0,3 są związane z niższą BMD. Suzuki i wsp. [23] w swojej pracy przeanalizowali pantomogramy 55 kobiet i 20 mężczyzn ze złamaniami osteoporotycznymi (30 pacjentów z osteoporozą pierwotną i 45 pacjentów z osteoporozą wtórną). Ustalili oni, że wartość czułości według IC wynosi 76% dla osteoporozy pierwotnej, jak i wtórnej. Ponadto obliczyli wskaźnik wyników fałszywie ujemnych, który był równy 24%. Ich wyniki pokazują, że wskaźniki IC nie jest gorszy od wartości czułości dla BMD odcinka lędźwiowego u pacjentów ze złamaniami osteoporotycznymi. Tererina i wsp. [24] stwierdzili, że IC ≤ 3 mm w połączeniu z FRAX > 15% wykazały wysoką skuteczność diagnostyczną ze swoistością w wykrywaniu kobiet z osteoporozą. Badania naukowców potwierdziły, że IC ≤ 3 mm ma 68,8-proc. dokładność w detekcji tej choroby. Po dodaniu wyników FRAX > 15% poprawiła się skuteczność wykrywania schorzenia, skutkując wysoką swoistością (86,6%). Alam i wsp. [25] wspomnieli, że nie ma statystycznie istotnej różnicy w grubości blaszki zbitej części podstawnej trzonu żuchwy i PMI między pacjentami z osteoporozą i bez osteoporozy. Munhoz i wsp. [26] stwierdzili, że wskaźniki radiomorfometryczne uzyskane na podstawie pantomogramów, takie jak PMI i IC, są cenne jako narzędzia pomocnicze do identyfikacji kobiet po menopauzie zagrożonych niską BMD. Jednak biorąc pod uwagę obecne dowody dostępne w literaturze, nie jest możliwe określenie, który wskaźnik jest najbardziej wiarygodny. Z badań

Balto i wsp. [27] można wywnioskować, że IC jako ważny parametr radiografii panoramicznej może być stosowany do przewidywania i diagnozowania osteoporozy u saudyjskich kobiet po menopauzie z niską BMD. Zastosowanie IC w prognozowaniu i obserwacji jest zadowalające, ale do diagnozowania osteoporozy zaleca się łączne stosowanie obu tych parametrów. Kim i wsp. [28] w swojej pracy dowiedli, że IC jest dodatnio skorelowany z BMD: kręgosłup lędźwiowy: $r = 0,36$, szyjka kości udowej: $r = 0,59$ i biodro całkowite: $r = 0,58$ ($p < 0,001$). Wraz wiekiem wskaźnik IC się zmniejsza ($r = -0,46$). BMD w odcinku lędźwiowym kręgosłupa i biodrze jest znacząco niższa u pacjentów ze zmniejszoną szerokością żuchwy oraz ścięciem i resorpcją blaszki zbitej części podstawnej trzonu żuchwy. Optymalna wartość IC dla rozpoznania osteoporozy kręgosłupa wynosi 2,22 mm. Wyniki badań Kajiki i wsp. [29] wykazały, że PMI jest skorelowany z BMD w odcinku lędźwiowym kręgosłupa i szyjce kości udowej. W badaniu wykazano, że PMI jest znacząco niższy u osób z osteoporozą niż u osób bez osteoporozy. Zmienne drugorzędne badania wykazały, że PMI jest istotnie związany z ryzykiem złamania ocenianym za pomocą FRAX. Jest to zgodne z wcześniejszymi badaniami, które ujawniły, iż ryzyko złamań oceniane za pomocą FRAX jest wyższe u osób z sarkopenią niż u osób bez sarkopenii [30]. Sundh i wsp. [31] zwrócili w swej pracy uwagę na to, że FRAX może być cennym narzędziem przed podjęciem decyzji o skierowaniu do lekarza. Wartość FRAX można obliczyć w poczekalni przed spotkaniem z dentystą. Ich wyniki wskazują, że FRAX, nawet bez BMD, jest odpowiednim narzędziem, gdy jest stosowany z wartością $> 15\%$. W badaniach Jonassona i wsp. [32] bezwzględne ryzyko złamania dla 196 kobiet z FRAX większym niż 15% wynosiło 27% (53 złamania), a dla 215 kobiet z FRAX 15 lub mniejszym wynosiło 6,5% (14 złamań; $p < 0,001$). W mniejszej grupie, w której zmierzono grubość kory ($N = 390$), wskaźniki incydentów złamań wynosiły odpowiednio 26% i 7%. Badanie potwierdza użyteczność kalkulatora FRAX.

Z dostępnych źródeł wiadomo, iż autorzy publikacji badali korelację kalkulatora FRAX ze wskaźnikami radiomorfometrycznymi, gdzie wykazano, że PMI był skorelowany z wynikiem FRAX ($r = -0,545$; $p < 0,001$). Grupa pacjentów z FRAX $\geq 15\%$ wykazywała istotnie niższy wskaźnik PMI niż grupa z FRAX $< 15\%$ ($p < 0,001$). Analizy te zostały przeprowadzone bez rozróżnienia na płeć. Nasze badania dokładnie różnicują rozkłady w zależności od płci. Jest to niezmiernie ważne ze względu na istotną korelację w grupie kobiet i brak zauważalnej korelacji w grupie mężczyzn. W pracy odnotowaliśmy szczególną korelację pomiędzy wskaźnikiem PMI a prawdopodobieństwem 10-letniego ryzyka złamania osteoporotycznego oszacowanego za pomocą kalkulatora FRAX BMI w grupie kobiet, w przypadku których wraz ze wzrostem wartości PMI po stronie prawej i lewej średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań głównych maleją, podczas gdy u mężczyzn po stronie lewej rosną. Wykazaliśmy również, że wartości wskaźnika IC po stronie prawej i lewej są istotnie skorelowane z prawdopodobieństwem 10-letniego ryzyka złamania osteoporotycznego oszacowanego za pomocą kalkulatora FRAX BMI jedynie w grupie kobiet, gdzie wraz ze wzrostem IC po stronie prawej i lewej średnie wartości 10-letniego ryzyka osteoporotycznych złamań głównych maleją.

WNIOSKI

1. Wykorzystanie kalkulatora FRAX do oceny ryzyka osteoporozy oraz stanu kości żuchwy może pomóc w identyfikacji osób narażonych na ryzyko oraz motywować do podejmowania działań profilaktycznych.
2. Ocenę ilościową kości żuchwy na podstawie zdjęcia pantomograficznego można wykorzystać klinicznie, gdyż wskaźniki PMI i IC mogą być użyteczne do wyboru pacjentów z grupy ryzyka złamań głównie osteoporotycznych i szyjki kości udowej.
3. Korelacja pomiędzy wskaźnikiem PMI i IC, a prawdopodobieństwem 10-letniego ryzyka złamania osteoporotycznego oszacowanego za pomocą kalkulatora FRAX BMI jest istotna jedynie w grupie kobiet.

SŁOWNICZEK

- BMC** – zawartość mineralna kości
BMD – gęstość mineralna kości
BMI – wskaźnik masy ciała
CRF – kliniczne czynniki ryzyka
CW – szerokość blaszki zbitej brzęgu dolnego żuchwy
DXA – densytometria rentgenowska podwójnej energii
FRAX – Narzędzie Oceny Ryzyka Złamań – FRAX™
h (wysokość) – odległość między dolnym brzegiem żuchwy a dolnym ograniczeniem otworu bródkowego
H (Wysokość) – aktualna wysokość trzonu żuchwy, mierzona od dolnego do górnego brzęgu żuchwy
IC – indeks blaszki zbitej brzęgu dolnego żuchwy
MCT – grubość blaszki zbitej żuchwy
MCW – szerokość blaszki zbitej żuchwy
MI – indeks żuchwy
NIH – narodowe instytutu zdrowia
NOF – Narodowa Fundacja Osteoporozy
PMI – panoramiczny indeks żuchwy
QUS – ilościowa ultrasonografia
SD – odchylenie standardowe
WHO – Światowa Organizacja Zdrowia

PIŚMIENICTWO

1. Aspray TJ, Hill TR. Osteoporosis and the Ageing Skeleton. *Subcell Biochem.* 2019;91:453–476. doi:10.1007/978-981-13-3681-2_16
2. Janiszewska M, Kulik T, Dziedzic M, et al. Osteoporoza jako problem społeczny – patogenezę, objawy i czynniki ryzyka osteoporozy pomonopauzalnej. *Probl Hig Epidemiol.* 2015;96(1):106–114.
3. Yeh EJ, Gitlin M, Sorio F, et al. Estimating the future clinical and economic benefits of improving osteoporosis diagnosis and treatment among postmenopausal women across eight European countries. *Arch Osteoporos.* 2023;18(1):68. doi:10.1007/s11657-023-01230-0
4. Shevroja E, Cafarelli FP, Guglielmi G, et al. DXA parameters, Trabecular Bone Score (TBS) and Bone Mineral Density (BMD), in fracture risk prediction in endocrine-mediated secondary osteoporosis. *Endocrine* 2021;74(1):20–28. doi:10.1007/s12020-021-02806-x
5. Lane NE. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* 2006;194:3–11. doi:10.1016/j.ajog.2005.08.047
6. Ćwirlej-Sozańska A, Krawczyk-Wasielewska A, Samborski W. Fizjoprofilaktyka w osteoporozie. *Forum Reumatol.* 2020;6(4):167–172. doi:10.5603/FR.2020.0022
7. Formosa MM, Christou MA, Mäkitie O. Bone fragility and osteoporosis in children and young adults. *J Endocrinol Invest.* 2024;47(2):285–298. doi:10.1007/s40618-023-02179-0
8. Kanis JA, Harvey NC, Johansson H, et al. FRAX Update. *Journal of Clinical Densitometry* 2017;20(3):360–367. doi:10.1016/j.jocd.2017.06.022

9. Marciniowska-Suchowierska E, Czerwiński E, Badurski J, et al. Osteoporoz – diagnostyka i terapia u osób starszych. *Postępy Nauk Medycznych*. 2011;5:410–423.
10. Sagalla N, Colón-Emeric C, Sloane R, et al. FRAX without BMD can be used to risk-stratify Veterans who recently sustained a low trauma non-vertebral/non-hip fracture. *Osteoporos Int*. 2021;32(3):467–472. doi:10.1007/s00198-020-05616-5
11. Taguchi A, Tanaka R, Kakimoto N, et al. Clinical guidelines for the application of panoramic radiographs in screening for osteoporosis. *Oral Radiol*. 2021;37:189–208. <https://doi.org/10.1007/s11282-021-00518->
12. Horner K, Devlin H. The relationship between mandibular bone mineral density and panoramic radiographic measurements. *J Dent*. 1998;26:337–343. doi:10.1016/s0300-5712(97)00020-1
13. Güngör K, Akarslan Z, Akdevelioğlu M, et al. The precision of the panoramic mandibular index. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35(6):442–446. doi:10.1259/dmfr/25346328
14. Ledgerton D, Horner K, Devlin H, et al. Panoramic mandibular index as a radiomorphometric tool: an assessment of precision. *Dentomaxillofac Radiol*. 1997;26(2):95–100. doi:10.1038/sj.dmfr.4600215
15. Różyło-Kalinowska I, Różyło TK. Współczesna radiologia stomatologiczna. Lublin: Wyd. III Czelej; 2021. p. 99–104, 478–480, 387.
16. Mudda JA, Bajaj M, Patil VA. A Radiographic comparison of mandibular bone quality in pre- and post-menopausal women in Indian population. *J Indian Soc Periodontol*. 2010;14:121–25. doi:10.4103/0972-124X.70833
17. Devlin H, Karayianni K, Mitsea A, et al. Diagnosing osteoporosis by using dental panoramic radiographs: The OSTEODENT Project. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod*. 2007;104:821–8.
18. Carmo JZB, Medeiros SF. Mandibular Inferior Cortex Erosion on Dental Panoramic Radiograph as a Sign of Low Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2017;39(12):663–669. doi:10.1055/s-0037-1606622
19. Mupparapu M, Akintoye SO. Application of Panoramic Radiography in the Detection of Osteopenia and Osteoporosis – Current State of the Art. *Curr Osteoporos Rep*. 2023;21:354–359. doi:10.1007/s11914-023-00807-5
20. Pallagatti S, Parnami P, Sheikh S, et al. Efficacy of Panoramic Radiography in the Detection of Osteoporosis in Post-Menopausal Women When Compared to Dual Energy X-Ray Absorptiometry. *Open Dent J*. 2017;11:350–359. doi:10.2174/1874210601711010350
21. Nemati S, Kajan ZD, Saberi BV, et al. Diagnostic value of panoramic indices to predict osteoporosis and osteopenia in postmenopausal women. *J Oral Maxillofac. Radiol*. 2016;4:23–30. doi:10.4103/2321-3841.183820
22. Kiswanjaya B, Priamiarti M, Bachtiar-Iskandar HH. Three panoramic indices for identification of healthy older people at a high risk of osteoporosis. *Saudi Dent. J*. 2022;34:503–508. doi:10.1016/j.sdentj.2022.05.006
23. Suzuki T, Katsumata A, Mastumoto Y, et al. Features of mandibular cortical bone morphology in osteoporotic fracture patients. *Oral Radiol*. 2022;38(4):550–557. doi:10.1007/s11282-022-00596-0
24. Teterina A, Niratisairak S, Morseth B, et al. Diagnostic efficacy of radiomorphometric indices for predicting osteoporosis in a Norwegian population in the Tromsø Study: Tromsø7. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2023;135(3):444–455. doi:10.1016/j.oooo.2022.10.039
25. Alam T, AlShahrani I, Assiri KI, et al. Evaluation of Clinical and Radiographic Parameters as Dental Indicators for Postmenopausal Osteoporosis. *Oral Health Prev Dent*. 2020;18(3):499–504. doi:10.3290/j.ohpd.a44688
26. Munhoz L, Morita L, Nagai AY, et al. Mandibular cortical index in the screening of postmenopausal at low mineral density risk: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2021;50(4):20200514. doi:10.1259/dmfr.20200514
27. Balto KA, Goma MM, Feteih RM, et al. Dental Panoramic Radiographic Indices as a Predictor of Osteoporosis in Postmenopausal Saudi Women. *J Bone Metab*. 2018;25(3):165–173. doi:10.11005/jbm.2018.25.3.165
28. Kim OS, Shin MH, Song IH, et al. Digital panoramic radiographs are useful for diagnosis of osteoporosis in Korean postmenopausal women. *Gerodontology* 2016;33(2):185–92. doi:10.1111/ger.12134
29. Kajiki Y, Tsuji H, Misawa H, et al. Psoas muscle index predicts osteoporosis and fracture risk in individuals with degenerative spinal disease. *Nutrition* 2022;93:111428. doi:10.1016/j.nut.2021.111428
30. Locquet M, Beaudart C, Bruyère O, et al. Bone health assessment in older people with or without muscle health impairment. *Osteoporos Int*. 2018;29(5):1057–1067. doi:10.1007/s00198-018-4384-1
31. Sundh V, Hange D, Ahlqwist M, et al. FRAX and mandibular sparse trabeculation as fracture predictors: a longitudinal study from 1980 to 2002. *Eur J Oral Sci*. 2017;125(2):135–140. doi:10.1111/eos.12341
32. Jonasson GB, Sundh V, Hakeberg M, et al. Evaluation of clinical and radiographic indices as predictors of osteoporotic fractures: a 10-year longitudinal study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2018;125(5):487–494. doi:10.1016/j.oooo.2017.11.009