

# Anatomia czynnościowa i biomechanika układu stomatognatycznego

1

„NIC NIE JEST BARDZIEJ ISTOTNE W PROCESIE LECZENIA PACJENTÓW NIŻ ZNAJOMOŚĆ ANATOMII” – J.P.O.

**UKŁAD STOMATOGNATYCZNY** jako jednostka czynnościowa organizmu ludzkiego jest przede wszystkim odpowiedzialny za żucie, mowę i połykanie. Jego składowe odgrywają również kluczową rolę w odbieraniu bodźców smakowych oraz w trakcie oddychania. Układ ten składa się z kości, stawów, więzadeł, zębów i mięśni. Dodatkowo skomplikowany neurologiczny system sterujący reguluje i koordynuje wszystkie te struktury.

Narząd żucia jest złożoną i wyspecjalizowaną jednostką. Logiczne zrozumienie jego anatomii czynnościowej i biomechaniki jest niezbędne do analizy okluzji. Niniejszy rozdział opisuje cechy anatomii, które stanowią podstawę zrozumienia funkcji układu ruchowego narządu żucia. Więcej szczegółowych opisów można znaleźć w licznych opracowaniach poświęconych anatomii głowy i szyi.

## Anatomia czynnościowa

W niniejszym rozdziale omówione zostały następujące składowe anatomiczne: zęby i ich aparat zawieszeniowy, składowe szkieletowe, staw skroniowo-żuchwowy (SSŻ), więzadła i mięśnie. Po opisie cech anatomicznych przedstawiona jest biomechanika SSŻ. W rozdziale drugim przedstawiono złożony neurologiczny system sterujący, który jest odpowiedzialny za wykonywanie skomplikowanych czynności układu stomatognatycznego.

### ZĘBY I ICH APARAT ZAWIESZENIOWY

Uzębienie człowieka składa się z 32 zębów stałych (ryc. 1.1, A, B). Każdy ząb można podzielić na dwie części: koronę, która jest widoczna nad poziomem dziąsła, i korzeń, który jest ukryty w kości wyrostka zębodołowego. Korzeń umocowany jest za pomocą licznych włókien łącznotkankowych rozciągających się pomiędzy powierzchnią cementu korzeniowego a otaczającą kością. Większość z nich biegnie skośnie od cementu do kości w kierunku szyjki zęba (ryc. 1.2). Włókna łącznotkankowe określane są jako **więzadła ozębnej**. Utrzymują one ząb w zębodole oraz pomagają rozkładać siły działające na kość podczas czynnościowych kontaktów zębów. Można zatem przyjąć, że więzadła ozębnej pełnią rolę naturalnego amortyzatora. Wyposażone są one również w specjalne receptory, które dostarczają informacji na temat nacisku i pozycji. Ta sensoryczna informacja

jest niezbędna dla prawidłowej funkcji układu stomatognatycznego, co zostało opisane w rozdziale drugim.

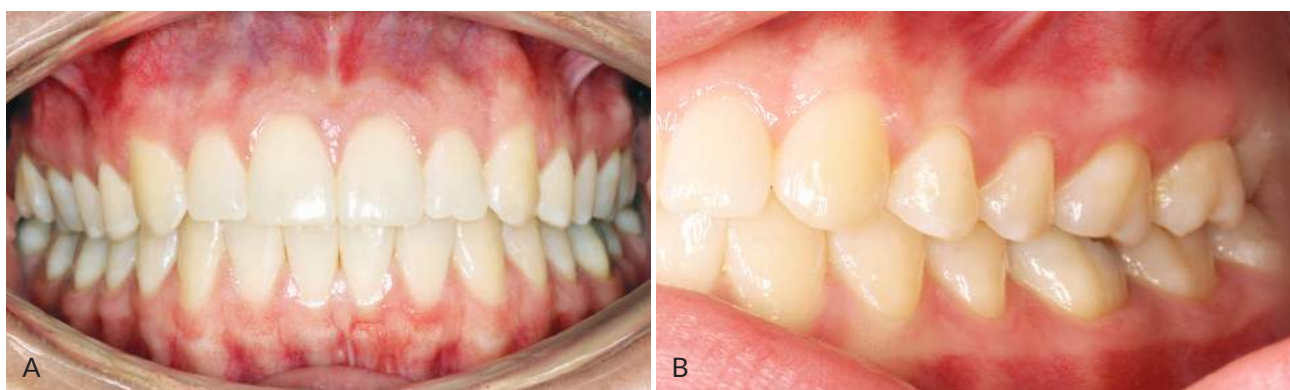
Zęby stałe w liczbie 32 rozmieszczone są jednakowo w górnym i dolnym łuku zębowym: 16 zębów górnych ustawionych jest w wyrostku zębodołowym szczęki połączonej z dolną przednią częścią czaszki; pozostałe 16 zębów umieszczonych jest w części zębodołowej żuchwy, która jest strukturą ruchomą. Łuk zębowy szczęki jest nieco większy od łuku zębowego żuchwy, co na ogół powoduje, że w zwarcie zęby górne zachodzą na dolne zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej (ryc. 1.3). Ta niezgodność wielkości wynika głównie z faktu, że (1) przednie zęby szczęki są dużo szersze niż zęby żuchwy, co powoduje większą szerokość łuku, (2) większe doprzednie wychylenie zębów przednich szczęki niż żuchwy powoduje ich zachodzenie w płaszczyźnie poziomej i pionowej.

Zgodnie z morfologią koron zęby stałe są podzielone na cztery grupy.

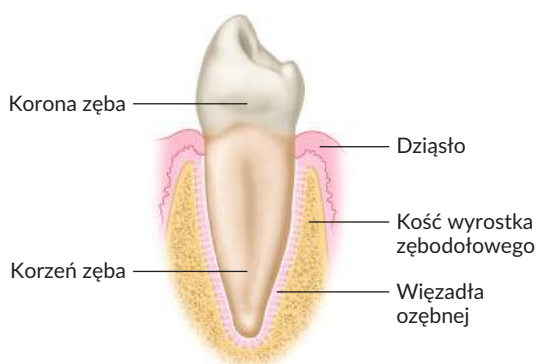
Zęby zlokalizowane w przednim odcinku łuków zębowych nazywane są **zębami siecznymi**. Charakteryzują się one łopatomatym kształtem i mają brzeg sieczny. W szczęce i żuchwie występują po cztery zęby sieczne. Te, które zlokalizowane są w szczęce, są zwykle dużo większe niż te, które są w żuchwie i, jak wcześniej wspomniano, z reguły na nie zachodzą. Funkcją siekaczy jest odrywanie lub odcinanie fragmentu pokarmu podczas procesu żucia.

Do tyłu (dystalnie) względem zębów siecznych umiejscowione są **kły**. Zlokalizowane są w punktach załamania łuków i zwykle stanowią najdłuższe zęby stałe, z pojedynczym guzkiem i korzeniem (ryc. 1.4). Zęby te są bardzo wydatne u zwierząt, na przykład u psa; stąd ich łacińska nazwa *dens caninus*. W szczęce i żuchwie występują po dwa kły. U zwierząt rola kłów polega na rozłupywaniu i rozrywaniu pożywienia. U ludzi pełnią one funkcję podobną do siekaczy i tylko okazjonalnie służą do tych samych czynności, co u zwierząt.

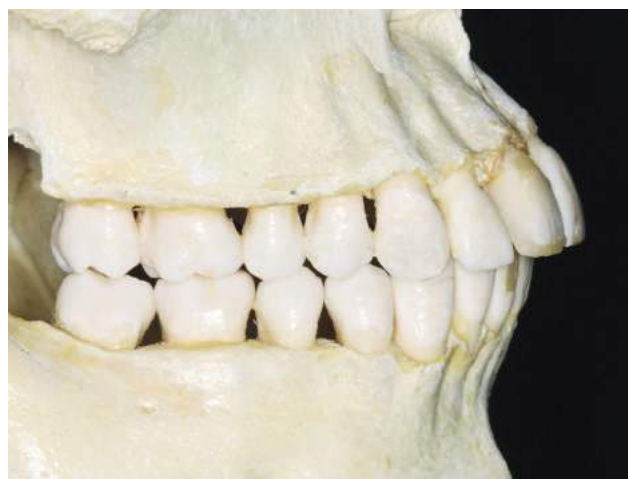
**Zęby przedtrzonowe** znajdują się jeszcze bardziej daleko w łuku zębowym (ryc. 1.4). W szczęce i w żuchwie występują po cztery zęby przedtrzonowe. Przedtrzonowce są nazywane **zębami dwuguzkowymi** ze względu na ich budowę. Obecność dwóch guzków przyczynia się do znacznego zwiększenia powierzchni żującej tych zębów. Kontakt zębów przedtrzonowych szczęki i żuchwy



**RYC. 1.1.** Widok użębienia człowieka od przodu (A) i z boku (B).



**RYC. 1.2.** Ząb i aparat zawieszeniowy. Szpara ozębnej i władzła przedstawione są w znacznym powiększeniu.



**RYC. 1.4.** Widok zębów tylnych z boku.



**RYC. 1.3.** Górny łuk zębowy przebiega nieco bardziej przedsionkowo niż łuk dolny.

umożliwia uchwycenie i miażdżenie fragmentów pokarmu pomiędzy nimi. Główną rolę zębów przedtrzonowych jest zapoczątkowanie efektywnego rozdrabniania pokarmu.

Ostatnią grupę zębów, znajdującą się dystalnie względem przedtrzonowców, stanowią **zęby trzonowe** (ryc. 1.4). W szczęce i żuchwie występuje po sześć zębów trzonowych. Korona każdego zęba trzonowego ma cztery lub pięć guzków. Zapewnia to dużą powierzchnię żującą, na której odbywa się miażdżenie i mielenie pokarmów. Trzonowce

odgrywają główną rolę w późniejszych etapach żucia, gdy pożywienie jest rozdrabniane na mniejsze kawałki, które mogą być łatwo połknięte.

Jak wcześniej wspomniano, każdy ząb jest wysoce przystosowany do dokładnego pełnienia swej funkcji. Wzajemne relacje zębów w obrębie danego łuku oraz pomiędzy łukami zębowymi są niezwykle istotne, wywierają duży wpływ na zdrowie i czynność narządu żucia. Szczegółowa dyskusja na temat tych relacji została przedstawiona w rozdziale trzecim.

## ELEMENTY SZKIELETOWE

Elementami szkieletowymi ludzkiej głowy są czaszka i żuchwa (ryc. 1.5). Czaszkę tworzy kilka kości połączonych szwami. Głównymi elementami czaszki są kości: skroniowa, czołowa, ciemieniowa, klinowa, potyliczna, jarzmowa, nosowa i szczęka. Żuchwa jest oddzielną kością podwieszoną na mięśniach poniżej czaszki. Trzy główne elementy szkieletu tworzące układ stomatognatyczny to szczęka i żuchwa, w których osadzone są zęby (ryc. 1.6) oraz kość skroniowa, która łączy żuchwę z czaszką za pomocą stawu.

### Szczęka

Rozróżnia się dwie kości szczękowe, które są połączone szwem podniebiennym pośrodkowym (ryc. 1.7). Kości te

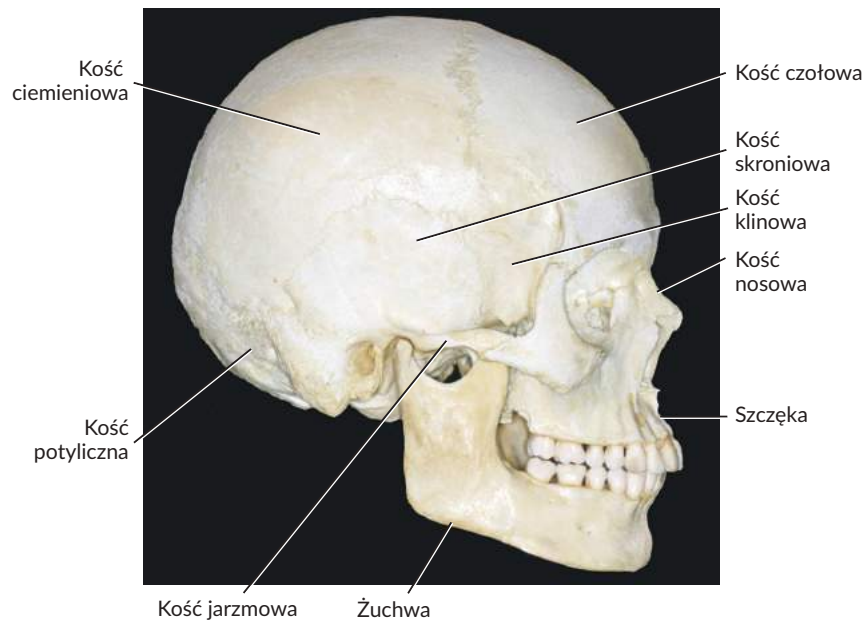
tworzą większą część szkieletu górnej części twarzy. Górna część szczęki stanowi dno jamy nosowej i oczodołu. Dolna część szczęki tworzy podniebienie i wyrostki zębodołowe, w których osadzone są zęby. Jako że kości szczękowe są ściśle połączone z otaczającymi je kośćmi, zęby górne są uważane za integralną część czaszki i dlatego stanowią nieruchomy element narządu żucia.

### Żuchwa

Żuchwa jest kością w kształcie litery U stanowiącą szkielet dolnej części twarzy. To w niej osadzone są zęby dolne. Nie ma połączenia kostnego z czaszką. Żuchwa jest podwieszona poniżej szczęki na mięśniach, więzadłach i innych tkankach miękkich – zapewnia jej to ruchomość, która jest konieczna do współpracowania ze szczęką.

Górną część łukowato wygiętej żuchwy stanowi część zębodołowa i zęby (ryc. 1.8). Trzon żuchwy z tyłu i dołu tworzy kąt żuchwy, zaś z przodu i góry formuje wstępującą gałąź. Zbudowana jest ona z pionowej blaszki kostnej rozciągającej się ku górze jako dwa wyrostki. Przedni to wyrostek dziobiasty, tylny – kłyckiowy (szczytową część wyrostka stanowi głowa żuchwy, która z brzegiem górnym gałęzi żuchwy łączy się tzw. szyjką żuchwy – przyp. tłum.).

Wyrostek kłyckiowy to element żuchwy połączony stawowo z czaszką. Jest on strukturą, wokół której odbywa się ruch. Patrząc z przodu, na głowie żuchwy zauważyć można wypukłość przysrodkową i boczną, które nazywa się biegunami (ryc. 1.9). Biegun przysrodkowy jest zwykle bardziej wypukły niż boczny. W rzucie od góry, linie poprowadzone poprzez środki biegunów wyrostków kłyckiowych



**RYC. 1.5.** Widok czaszki i żuchwy z boku. Oznaczono niektóre kości wchodzące w skład czaszki.



**RYC. 1.6.** Kości wchodzące w skład układu stomatognatycznego: szczęka, żuchwa, kość skroniowa.



przebiegają zwykle przyśrodkowo i dotylnie, w kierunku przedniego brzegu otworu wielkiego czaszki (ryc. 1.10). Całkowity wymiar boczno-przyśrodkowy głowy żuchwy wynosi 18-23 mm; wymiar przednio-tylny wynosi 8-10 mm. Rzeczywista powierzchnia stawowa wyrostka kłykciowego rozciąga się doprzędnie i dotylnie od jego najwyższego punktu (ryc. 1.11). Tylne powierzchnie stawowe są większe niż przednie. Powierzchnia stawowa głowy żuchwy jest wyraźnie wypukła w kierunku przednio-tylnym i tylko nieznacznie wypukła w kierunku boczno-przyśrodkowym.

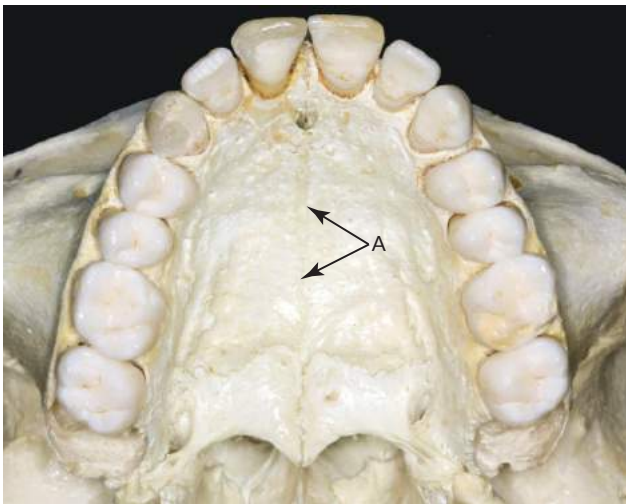
### Kość skroniowa

Wyrostek kłykciowy połączony jest stawowo z podstawą czaszki w części łuskowej kości skroniowej. Ta część kości skroniowej tworzy wklęsły dół żuchwowy, nazywany także **dołkiem stawowym** (w polskim mianownictwie anatomicznym dołek stawowy stanowi tylko przedni odcinek dołu żuchwowego – przyp. tłum.), w którym usytuowana jest głowa żuchwy (ryc. 1.12). Dotylnie od dołu żuchwowego, w kierunku przyśrodkowo-bocznym przebiega szczelina

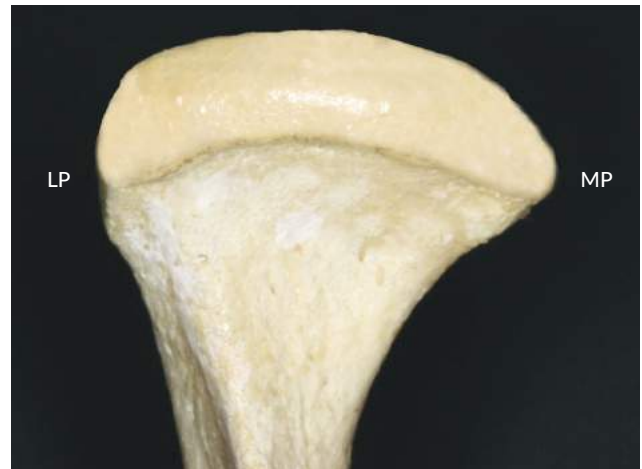
łuskowo-bębenkowa. Szczelina ta w części przyśrodkowej rozdwaja się na przednią, skalisto-łuskową, i tylną, skalisto-bębenkową. Bezpośrednio do przodu od dołka stawowego znajduje się wypukła wyniosłość kostna zwana guzkiem stawowym. Stopień wypukłości guzka jest bardzo zróżnicowany, ale ważny, ponieważ kąt nachylenia tylnego stołu wyznacza drogę głowy żuchwy podczas ruchu wysuwania. Tylnie sklepienie dołu żuchwowego ma niewielką grubość, co oznacza, że ten obszar kości skroniowej nie jest przeznaczony do obciążania dużymi siłami. Jednakże guzek stawowy (wyniosłość stawowa – przyp. tłum.) zbudowany jest z grubej, zbitkiej kości, stąd bardziej prawdopodobna jest jego odporność na takie siły.

### STAW SKRONIOWO-ŻUCHWOWY

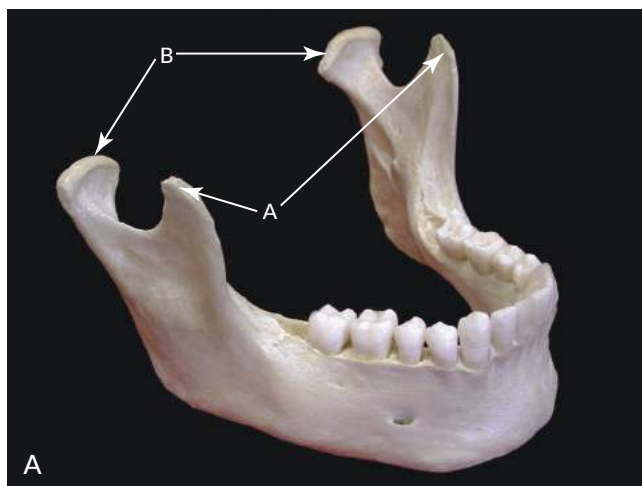
Obszar, w którym występuje kontakt żuchwy z kością skroniową czaszki, nazywany jest stawem skroniowo-żuchwowym (SSŻ). Jest to z pewnością jeden z najbardziej skomplikowanych stawów ludzkiego organizmu. Zapewnia on ruch zawiasowy w jednej płaszczyźnie i dlatego może



**RYC. 1.7.** Szew podniebienny pośrodkowy (A) powstaje w wyniku zrostu dwóch kości szczękowych w okresie rozwoju.



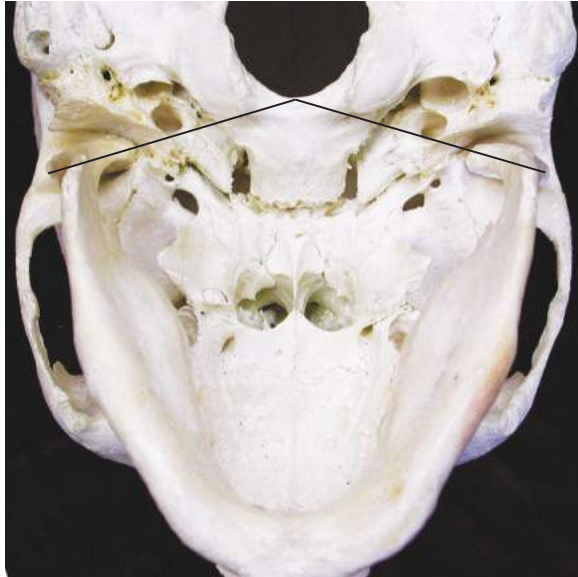
**RYC. 1.9.** Wyrostek kłykciowy z głową żuchwy (widok od przodu). Bieg przyśrodkowy (MP) jest bardziej wypukły niż bieg boczny (LP).



**RYC. 1.8.** Gałąź żuchwy (A) rozciąga się ku górze, tworząc wyrostek dziobiasty i wyrostek kłykciowy; widok od strony powierzchni okluzyjnej (B).

być traktowany jako **staw zawiasowy**. Jednak w tym samym czasie odbywają się w nim także ruchy posuwiste (translacyjne), co sprawia, że można zakwalifikować ten staw również jako **posuwisty**. Stąd formalnie jest uważany za **staw zawiasowo-posuwisty**.

Staw skroniowo-żuchwowy tworzy głowa żuchwy i dopasowany do niej dół żuchwowy kości skroniowej. Bezpośredni kontaktowi tych dwóch elementów zapobiega krążek stawowy. SSŻ jest klasyfikowany jako staw złożony. Zgodnie z definicją, staw złożony powinien zawierać elementy

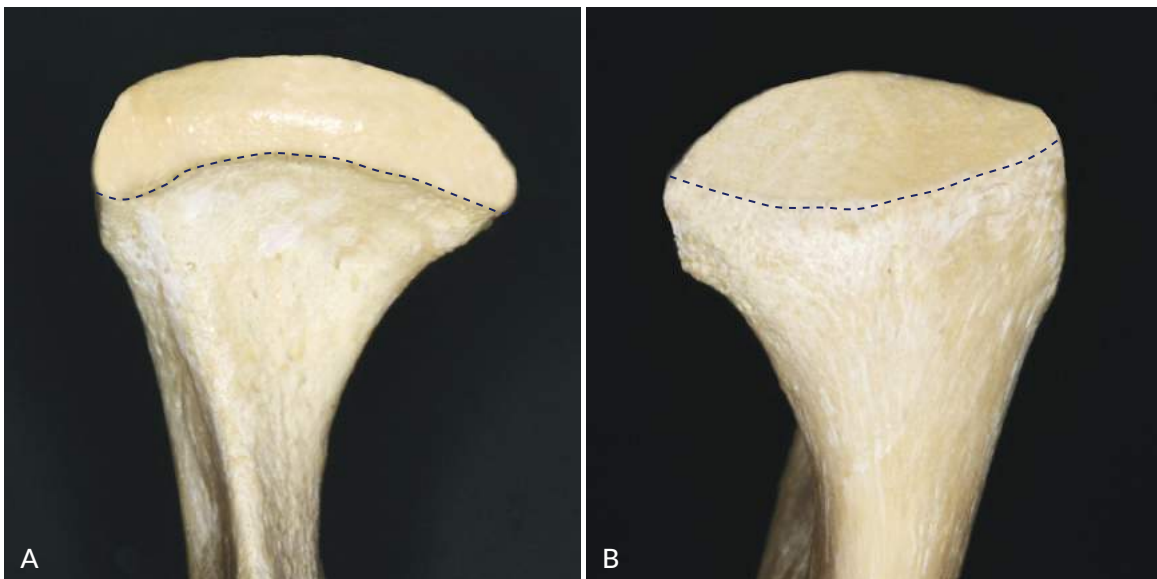


**RYC. 1.10.** Widok dolnej powierzchni czaszki i żuchwy. Wyrostki kłykciowe sprawiają wrażenie nieco zrotowanych, tak że gdyby poprowadzić hipotetyczne linie łączące bieguny boczne z przyśrodkowymi, przebiegałyby one w kierunku przyśrodkowym i ku tyłowi, zbiegając się na przednim brzegu otworu wielkiego czaszki.

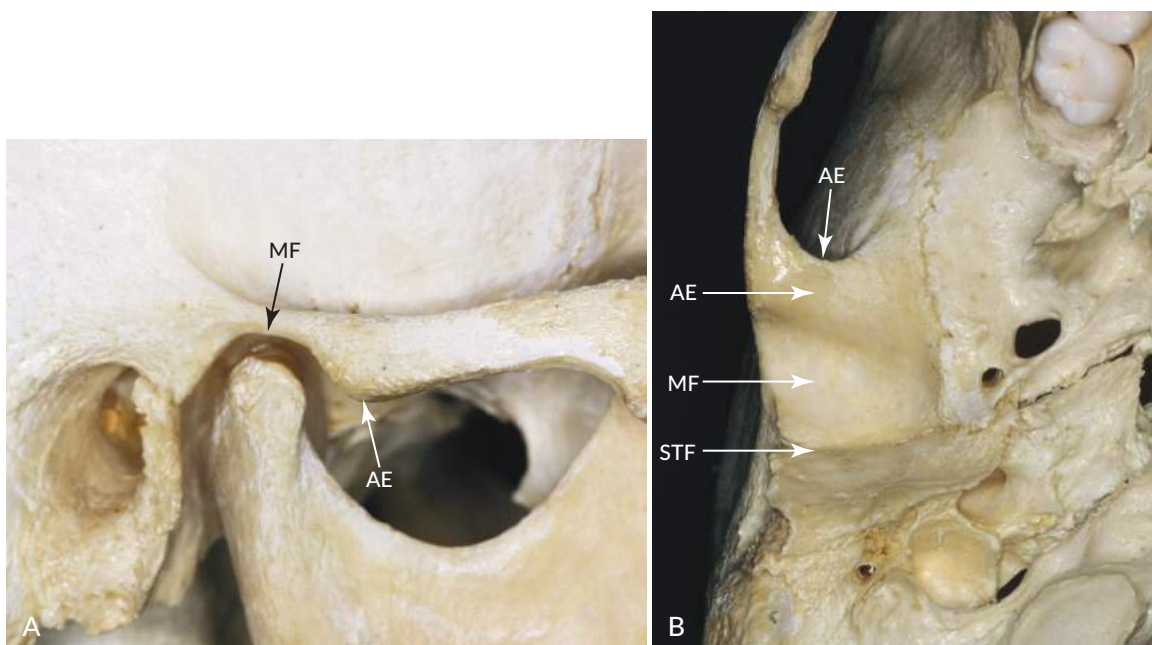
stawowe co najmniej trzech kości, ale staw skroniowo-żuchwowy tworzą jedynie dwie. Funkcjonalnie krążek stawowy (jako niezosyfikowana struktura kostna), umożliwia wykonywanie przez staw skomplikowanych ruchów. Ponieważ krążek stawowy jest trzecią kością, SSŻ jest uważany za staw złożony. Funkcja krążka stawowego jako niezosyfikowanej kości została szczegółowo opisana w niniejszym rozdziale, w części: „Biomechanika stawu skroniowo-żuchwowego”.

Krążek stawowy, zbudowany ze zbitej włóknistej tkanki łącznej, jest w znacznej części pozbawiony naczyń krwionośnych i włókien nerwowych. Skrajne obrzeża krążka są jednak lekko unerwione [1, 2]. W płaszczyźnie strzałkowej, w odniesieniu do grubości, krążek można podzielić na trzy obszary (ryc. 1.13). Obszar centralny, który jest najcieńszy, nazywany jest **częścią pośrednią**. W części przedniej i tylnej krążek ma zdecydowanie większą grubość niż część pośrednią. Tylny brzeg jest zazwyczaj nieznacznie grubszy niż kraniec przedni. W warunkach prawidłowych, powierzchnia stawowa wyrostka kłykciowego jest umiejscowiona na części pośredniej krążka, ograniczonej grubszą częścią przednią i tylną.

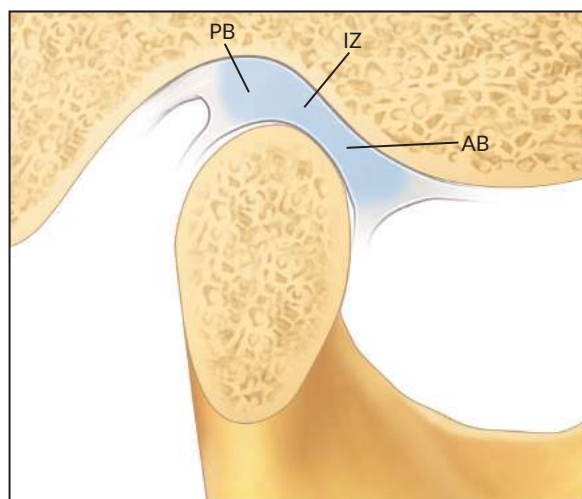
W rzucie od przodu krążek zazwyczaj ma nieco większą grubość w części przyśrodkowej w porównaniu do części bocznej, co odpowiada większej przestrzeni pomiędzy głową żuchwy a dołkiem stawowym w przyśrodkowej części stawu. Dokładny kształt krążka stawowego jest uwarunkowany budową morfologiczną głowy żuchwy i dołka stawowego (ryc. 1.14). Podczas ruchu krążek wykazuje pewną elastyczność i może przystosować się do funkcjonalnych potrzeb powierzchni stawowych. Elastyczność i zdolności adaptacyjne nie sprawiają jednak, że morfologia krążka ulega odwracalnym zmianom podczas wykonywania ruchów czynnościowych. Krążek zachowuje swoją budowę morfologiczną pod warunkiem, że nie pojawia się w stawie



**RYC. 1.11.** Wyrostek kłykciowy z głową żuchwy. (A) widok od przodu i (B) widok od tyłu. Linia przerywaną zaznaczono granicę powierzchni stawowej. Powierzchnia stawowa w części tylnej głowy żuchwy jest większa niż w części przedniej.



**RYC. 1.12.** A. Struktury kostne stawu skroniowo-żuchwowego (widok z boku). MF – dołek stawowy; AE – guzek stawowy. B. Dołek stawowy (widok od dołu). AE – guzek stawowy; MF – dołek stawowy; STF – szczelina łuskowo-bębenkowa.



**RYC. 1.13.** Krążek stawowy, dołek stawowy i głowa żuchwy (widok z boku). Głowa żuchwy zwykle umiejscowiona jest na cieńszej części pośredniej (IZ) krążka. Przedni brzeg krążka (AB) jest wyraźnie grubszy od części pośredniej, a największą grubość ma brzeg tylny (PB).

siły destrukcyjne lub zmiany strukturalne. Jeśli te zjawiska wystąpią, morfologia krążka stawowego może ulec nieodwracalnym deformacjom prowadzącym do zmian biomechanicznych podczas wykonywania funkcji. Zmiany te zostały omówione w dalszych rozdziałach.

Krążek stawowy od tyłu połączony jest z obszarem luźnej, bogato unaczynionej i unerwionej tkanki łącznej (ryc. 1.15). Tkanka ta jest określana jako **tkanka zakrążkowa** lub przyczep tylny (strefa dwublaszkowa – przyp. tłum.). Od góry tkanka ta ograniczona jest blaszką łącznotkankową (zakrążkową) zawierającą włókna elastyczne. Górna blaszka zakrążkowa łączy krążek stawowy z polem bębenkowym (tzw. pasmo krążkowo-skroniowe). Od dołu

ograniczenie tkanki zakrążkowej stanowi dolna blaszka zakrążkowa, która mocuje dolny brzeg tylnej części krążka do tylnego brzegu powierzchni stawowej wyrostka kłykciowego (tzw. pasmo krążkowo-kłykciowe). Dolna blaszka zakrążkowa jest zbudowana głównie z włókien kolagenowych (w przeciwieństwie do górnej blaszki zakrążkowej, którą tworzą włókna elastyczne). Pozostała część tkanki zakrążkowej jest przyczepiona od tyłu do dużego splotu żylnego wypełniającego się krwią podczas ruchu doprzedniego wyrostka kłykciowego [3, 4]. Przednia część krążka od góry i dołu łączy się przyczepami z torebką stawową otaczającą niemal cały staw. Górny przyczep jest połączony z przednim brzegiem powierzchni stawowej kości skroniowej. Przyczep dolny przymocowany jest do przedniego brzegu powierzchni stawowej wyrostka kłykciowego. Oba przednie przyczepy zbudowane są z włókien kolagenowych. W odcinku przednim, pomiędzy przyczepami do torebki stawowej, krążek łączy się (za pomocą włókien ścięgniętych) z mięśniem skrzydłowym bocznym górnym.

Krążek stawowy połączony jest z torebką stawową nie tylko w części przedniej i tylnej, ale również w części przyśrodkowej i bocznej. Dzięki temu staw jest podzielony na dwie niezależne przestrzenie (piętra – przyp. tłum.). Przestrzeń górna jest ograniczona przez dół żuchwowy i górną powierzchnię krążka, zaś dolna przestrzeń znajduje się pomiędzy wyrostkiem kłykciowym a dolną powierzchnią krążka. Wewnętrzne powierzchnie tych jam są wyściełane błoną maziową zbudowaną ze specjalnych komórek śródbłonna. Błona ta, wraz ze specjalnymi fałdami maziowymi, zlokalizowanymi na przednim brzegu tkanek zakrążkowych, produkuje płyn maziowy wypełniający obie przestrzenie stawowe. Dlatego SSŻ jest określany jako **staw maziówkowy**. Płyn stawowy spełnia dwie funkcje.