

DYSFUNKCJE STAWU SKRONIOWO-ŻUCHWOWEGO U KONI – PRZEGLĄD ETIOLOGII, DIAGNOSTYKI I METOD TERAPEUTYCZNYCH

Julia Jankowska¹, Kinga Basińska², Izabela Gazda¹, Iwona Janczarek¹

¹ Katedra Hodowli i Użytkowania Koni Wydziału Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

² Katedra Genetyki, Hodowli i Etiologii Zwierząt Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

W ostatnim dziesięcioleciu znacznie wzrosło zainteresowanie aparatem żucia koni. Aktualnie szczególnie podkreślane jest znaczenie stawu skroniowo-żuchwowego (ang. Temporomandibular joint – TMJ) w procesie przeżuwania, jednak do tej pory nie zo-

stał on obiektywnie i dogłębnie przebadany klinicznie, zwłaszcza w aspekcie zmian patologicznych (1). Trudności w diagnostyce chorób i zmian wyżej wymienionego stawu u koni stanowi niespecyficzny charakter objawów klinicznych (21). Istotnym jest fakt, że zgłaszano złągodzenie objawów klinicznych powszechnych problemów behawioralnych

(potrząsanie głową, trzęsienie się) oraz trudności z przeżuwaniem po zastosowaniu znieczulenia dostawowego TMJ. Pereira i in. (24) wspominają, że równocześnie ze wzrostem świadomości dotyczącej znaczenia wpływu aparatu żucia na użytkowość i dobrostan koni, zwiększyła się także ilość zabiegów i kontroli stomatologicznych przeprowadzanych



Temporomandibular joint dysfunction in horses – a review of etiology, diagnosis and therapeutic approaches

Interest in the temporomandibular joint (TMJ) in horses has grown, though its disorders remain difficult to diagnose due to nonspecific symptoms like behavioral changes and chewing problems. The joint's structure limits its ability to adapt to mechanical stress, increasing the risk of injury and degeneration. Common conditions include trauma, infections, and degenerative changes, often occurring without clear clinical signs. Imaging techniques such as CT and arthroscopy have improved diagnosis, but standardized protocols are still lacking. Treatment includes conservative and interventional methods, with growing focus on regenerative therapies and prevention.

Keywords: temporomandibular joint, horses, TMJ disorders, diagnostic imaging, degenerative diseases.

przez lekarzy weterynarii. Pomimo rosnącej liczby badań jamy ustnej, w dostępnej literaturze nie znaleziono informacji na temat ich wpływu na kondycję aparatu skroniowo-żuchwowego. Niezależnie od pewnych różnic w morfologii kości i krążka stawowego, staw skroniowo-żuchwowy pod kątem anatomicznym jest tworem analogicznym zarówno u ludzi,

jak i u koni (13). Praktycznie opisywany jest jako dwa niezależne przedziały stawowe rozdzielone dwuwklęsłym włóknisto-chrzęstnym krążkiem wewnątrzstawowym (5). Wymienione przedziały dzielone są na grzbietowe i brzuszne, a jego powierzchnie pokryte są chrząstką włóknistą. W warunkach fizjologicznych, czyli takich, w których nie zaszły żadne

zmiany w stosunku do stanu wyjściowego, przedziały te nie mają ze sobą styczności. Powierzchnia stawowa różni się u zwierząt roślinożernych w stosunku do mięsożernych, z uwagi na przystosowania ewolucyjne. U organizmu roślinożernego jest ona mniej spójna, dzięki czemu możliwy jest ruch przyśrodkowo-boczny. Takie funkcjonowanie stawu jest



niezbędne z uwagi na rodzaj pobieranego przez roślinożerców pokarmu i konieczność jego rozcierania (21). Bonin i in. (3) podkreślają, że wady zgryzu oraz ścieranie zębów może wywierać istotny wpływ na rodzaj i zakres ruchu w stawie, jednak wymienione cechy nie zostały precyzyjnie określone ilościowo. Autorzy w przeprowadzonym badaniu określili ruchy żuchwy względem czaszki, które zostały zdefiniowane przez następujące 3 obroty: pochylenie (obrót wokół poprzecznej osi poziomej), przechylenie (obrót wokół osi podłużnej), odchylenie (obrót wokół osi poziomej). Zamykanie szczęk odbywa się wbrew oporowi, natomiast ich otwieranie jest swobodnym ruchem podatnym na grawitację (20, 26). Żucie stanowi cykliczny proces opierający się na kontrolowanych i rytmicznych skurczach mięśni związanych z otwiera-

niem oraz zamykaniem szczęk. Mięśnie biorące udział w tym procesie dzielone są ze względu na rodzaj inicjowanego ruchu w skurczu. Aktywność skurczowa dotyczy czterech mięśni: skroniowego, zwłaszcza, przyśrodkowego skrzydłowego oraz bocznego skrzydłowego (16). Mięśnie te cechuje szybsze tempo skurczu niż większość innych, obecnych w ciele mięśni poprzecznie prążkowanych (10). Wszystkie elementy zaangażowane w proces przeżuwania pokarmu pozostają ściśle związane z piątym nerwem czaszkowym oraz gałęzią żuchwową nerwu trójdzielnego. Wspierane są przez więzadło boczne i ogonowe (16). Dysfunkcje stawu skroniowo-żuchwowego u koni (ang. Temporomandibular Disorders – TMD) mogą mieć różne podłoże. Do najczęstszych przyczyn należą urazy mechaniczne (np. uderzenia w okolice żuchwy), nadmierne

napięcie mięśni żucia oraz nieprawidłowy zgryz. Wymienione czynniki mogą prowadzić do przeciążeń struktur stawowych. Istotne jest także długotrwałe użycie nieprawidłowo dopasowanego sprzętu jeździeckiego (np. zbyt ciasno założonych nachrapników), które ogranicza naturalny ruch żuchwy (12).

Rozpowszechnienie, epidemiologia i znaczenie kliniczne dysfunkcji TMJ u koni

W najnowszym przeglądzie literatury opisano, że spośród wszystkich opublikowanych przypadków TMD u koni od 1950 r., septyczne zapalenie stawu dotyczyło 41,2 % przypadków, złamania lub zwichnięcia 29,4 %, a pierwotna osteoartroza (OA) 21,6 %, natomiast 7,8 % stanowiły zmiany nieatretyczne (nowotwo-

ry oraz torbiele) (16). Niniejsze wyniki wskazują na to, że choć OA TMJ występuje stosunkowo rzadko, większość problemów wynika z urazów i infekcji, co stanowi praktyczne znaczenie dla lekarzy weterynarii oraz właścicieli koni. Z drugiej strony, u starszych koni (także bez wyraźnych objawów) w badaniach obrazowych z wykorzystaniem tomografii komputerowej (TK) oraz zdjęć rentgenowskich (RTG) stwierdza się zmiany strukturalne. U niektórych koni zmiany te nie manifestują się klinicznie, co sugeruje, że poniżej progu obserwowalnych objawów mogą zachodzić przewlekłe procesy degeneracyjne (15).

Histologia i specyfika budowy stawu – podatność na przeciążenia i degenerację

W badaniu histologicznym zdrowych TMJ u koni wykazano, że powierzchnie stawowe kłykcia żuchwy oraz gniazda skroniowego składają się z trzech warstw: powierzchniowej warstwy bogatej w komórki i gęstej tkanki łącznej, środkowej warstwy fibrochrząstki oraz głębokiej warstwy przypominającej chrząstkę szklistą. Dysk wewnątrzstawowy również składa się z rdzenia fibrochrząstkowego i sieci hyaline-like, pokrytego z obu stron tkanką łączną i fibrochrząstką. Niemniej, rozmieszczenie i gęstość glikozaminoglikanów (ang. glycosaminoglycans – GAG), będących wskaźnikiem adaptacji do obciążeń, nie jest równomierna w całym stawie. Najbardziej przystosowane do obciążeń są kłykieć żuchwy, tylna część guzowatości stawowej i część dysku. Natomiast górna jama stawowa (fosa stawowa) wykazuje znacznie mniejszą obecność GAG. Cecha ta może sugerować, że owa struktura jest mniej przystosowana do obciążeń kompresyjnych (2, 13). Taka budowa TMJ u koni może ograniczać zdolność adaptacyjną do nadmiernych obciążeń, w szczególności, jeśli nacisk jest przewlekły, asymetryczny lub nietypowy (np. zbyt mocne napięcie wodzy, ucisk nachrapnika), co w następstwie może sprzyjać uszkodzeniom chrząstki, dysku lub kości podchrzęstnej.

Zachowania żucia i zmiany kinematyczne przy zapaleniu lub uszkodzeniu TMJ

W badaniu eksperymentalnym Smyth i in. (27) do TMJ badanych koni wstrzyknięto lipopolisacharyd (LPS), w celu wywołania ostrego stanu zapalnego w tym

obszarze. Po 6 godzinach od wstrzyknięcia LPS zaobserwowano istotną zmianę w cyklu przeżuwania – konie zmniejszyły pionowy zakres otwierania pyska, a część z nich rozpoczęła tzw. „quidding” (wypuszczanie kęsów siana/nawracanie pokarmu). Nie zauważono natomiast zmian w ruchach bocznych żuchwy, co może sugerować, że zapalenie stawu wpływa przede wszystkim na amplitudę pionową i komfort żucia, a niekoniecznie na ruch boczny. W innym badaniu, konie z ostrym zapaleniem TMJ wykazały zmienioną reakcję na napięcie wodzy („rein-tension”) podczas pracy na bieżni. Badane zwierzęta wymagały silniejszego napięcia wodzy po stronie przeciwnej do zapalonego stawu, a dodatkowo w kłusie zaobserwowano zwiększone pochylenie głowy do przodu. Co istotne, konie nie wykazywały zaburzeń chodów, a to sugeruje, że zaburzenia TMJ mogą wpływać na komfort i zachowanie konia podczas jazdy bez klasycznych objawów kulawizny. Na podstawie tych wyników można przypuszczać, że problemy okolic TMJ u koni mogą objawiać się subtelnie – jako zmiana rytmu żucia, „preferowanie” jednej strony przy gryzieniu, unikanie pełnego otwarcia pyska lub widoczna niechęć do kontaktu z wódzami (25).

Diagnostyka obrazowa i metody oceny TMJ – postęp i ograniczenia

Według zaleceń opisanych w dostępnej literaturze w praktyce terenowej proponowany jest protokół diagnostyczny obejmujący dokładny wywiad, badanie kliniczne (badanie palpacyjne, obserwacja żucia, ocena reakcja na ból), a jako następny krok badanie obrazowe RTG. Natomiast w warunkach klinicznych za „złoty standard” uznaje się TK, ze względu na możliwość oceny zmian lub ubytków kostnych, osteofitów czy występowania cyst (16). Dodatkowo, badania wykazały, że możliwe jest zastosowanie techniki artrografii kontrastowej do TMJ. Pozwala to uwidocznić dysk wewnątrzstawowy i jamy stawowe w stawie żywego zwierzęcia (17). Ponadto, rozwijane są techniki minimalnie inwazyjnej endoskopii – porównanie standardowej artroskopii i artroskopii igłowej, która umożliwia ocenę obu jam stawowych (górnej i dolnej), co pozwala na zwiększenie możliwości diagnostycznych i terapeutycznych w przypadkach TMD (7). Niemniej, autorzy podkreślają, że nadal brakuje standaryzowanego protokołu diagnostycznego TMJ u koni, co utrudnia porównywanie badań

i rutynowe wykrywanie subklinicznych zmian (16).

Leczenie i metody terapeutyczne – dowody, korzyści i ograniczenia

W jednym z opisów przypadków septycznego zapalenia stawu skroniowo-żuchwowego u 12-letniej klaczy zastosowano artroskopowe oczyszczanie stawu połączone z obfitym płukaniem oraz podaniem antybiotyków miejscowo i ogólnoustrojowo. Po 8 miesiącach nie wykazano klinicznych oznak degeneracji. Zatem artroskopia pozostaje skuteczną oraz małoinwazyjną metodą leczenia dla infekcyjnych i ostrych zmian w TMJ koni (8). W odniesieniu do przewlekłych zmian zwyrodnieniowych – ostatnie badania wskazują, że terapie wewnątrzstawowe, takie jak iniekcje osocza bogatopłytkowego (PRP) lub kwasu hialuronowego (HA), są przedmiotem rosnącego zainteresowania (9). W jednym z badań dotyczących koni po jednostronnej kondylektomii i meniscektomii z powodu choroby TMJ, autorzy wykazali, że większość koni powróciła do aktywności bez istotnych powikłań, co może sugerować, że w wybranych, zaawansowanych przypadkach chirurgia nadal może stanowić rozwiązanie. Niemniej, autorzy zwracają uwagę na możliwość wystąpienia powikłań, dlatego leczenie chirurgiczne powinno być stosowane tylko dla wyselekcjonowanych przypadków (29). Nowe doniesienia epidemiologiczne wskazują, że u koni najczęściej opisywanymi przyczynami TMD są infekcyjne zapalenia stawu (septyczne), urazy (złamania/kontuzje) oraz pierwotne zmiany zwyrodnieniowe (16). Badania na modelach zwierzęcych (myszy) wykazały, że zaburzenia w ekspresji białek macierzy zewnątrzkomórkowej mogą prowadzić do uszkodzeń struktury stawu skroniowo-żuchwowego i jego przedwczesnego starzenia (19). Czynniki wpływające na pogorszenie funkcji stawu skroniowo-żuchwowego nie ograniczają się jedynie do urazów czy przeciążeń. Zalicza się do nich także wiek konia, intensywność wykonywanej przez niego pracy, ogólny stan zdrowia, a także predyspozycje anatomiczne (28). Współistniejące choroby zębów, jamy ustnej, a także jej okolic mogą dodatkowo pogłębiać zaburzenia funkcji omawianego stawu, aczkolwiek nie są ze sobą ściśle powiązane w każdym przypadku (6). Degeneracja stawu skroniowo-żuchwowego koni przebiega w sposób zbliżony do zwyrodnień stawów u ludzi.

Dochodzi do postępującej degradacji chrząstki stawowej, zmian w obrębie kości podchrzęstnej, powstawania osteofitów oraz przewlekłego stanu zapalnego (11). W badaniach histologicznych wykazano zmniejszoną grubość chrząstki, zwiększoną aktywność osteoklastów i zaburzenia homeostazy kości. Takie zmiany prowadzą do ograniczenia ruchomości stawu oraz bólu, co znacząco wpływa na komfort życia konia (19).

Znaczenie kliniczne, profilaktyka i implikacje praktyczne

Konie z zaawansowaną degeneracją TMJ mogą także wykazywać asymetrię w poruszaniu się (większe obciążanie mniej bolesnej strony), zmiany w ruchach głowy, trudności w zginaniu szyi, a poniekąd obserwowane jest obniżenie ich wydolności sportowej (5, 25). Zwyródnienia TMJ u koni są rzadko opisywane w literaturze, jednak ich występowanie może znacząco wpływać na dobrostan zwierzęcia. Wczesna diagnoza oraz odpowiednie metody profilaktyki i leczenia są kluczowe dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania stawu. Właściciele koni odgrywają wiodącą rolę w zapobieganiu chorobom stawu skroniowo-żuchwowego, szczególnie poprzez dbałość o stan uzębienia i odpowiednie użytkowanie sprzętu jeździeckiego. Regularne kontrole stomatologiczne umożliwiają wczesne wykrycie nieprawidłowości zgryzu oraz problemów z uzębieniem, które mogą prowadzić do przeciążeń tego stawu. Równie ważne jest właściwe dopasowanie ogłowia i wędzidła, co pozwala zminimalizować ryzyko nadmiernego ucisku w okolicy stawu skroniowo-żuchwowego. Dodatkowo, czujna obserwacja zachowania konia, zwłaszcza zmian w sposobie jedzenia, nadwrażliwości na kielźna czy oznak bólu, może dostarczyć pierwszych sygnałów wskazujących na dyskomfort w tej okolicy (16).

Z punktu widzenia medycyny weterynaryjnej, prewencja obejmuje dokładne badania kliniczne, w tym palpacyjne, ocenę zakresu ruchu oraz reakcji na ból w obrębie stawu (14). Dla bardziej szczegółowej oceny struktur stawowych stosuje się diagnostykę obrazową, taką jak RTG, TK, czy USG (ultrasonografia), co umożliwia wczesne rozpoznanie zmian zwyrodnieniowych lub urazów. Szybka interwencja weterynaryjna w przypadku urazów głowy i żuchwy ma istotne znaczenie w zapobieganiu dalszym powikłaniom i trwałym uszkodzeniom. W ostatnich latach rozwinęto techniki obrazowania specy-

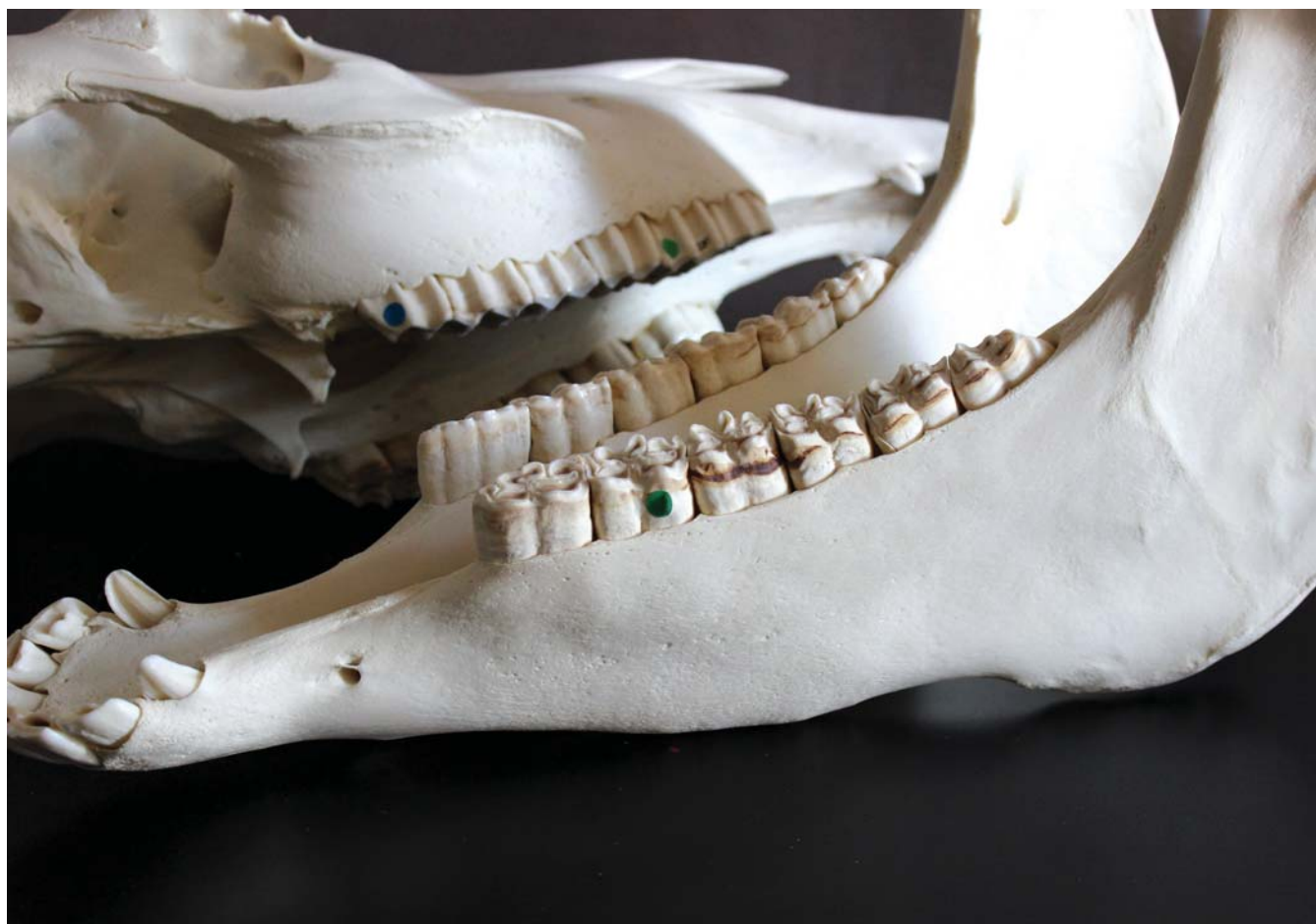
ficzne dla TMJ. Kontrastowa artrografia TMJ umożliwia lepszą wizualizację dysku wewnątrzstawowego oraz struktur miękotkankowych. Autorzy podkreślają jednak, że interpretacja obrazów dysku może być trudna i wymaga ostrożności, ze względu na ryzyko błędnej oceny perforacji dysku (17). W sytuacji zdiagnozowania zwyrodnienia stawu skroniowo-żuchwowego, możliwe jest wdrożenie leczenia zachowawczego lub interwencyjnego, w zależności od etiologii schorzenia. Leczenie interwencyjne obejmuje m.in. artroskopię, która umożliwia bezpośrednią ocenę struktur stawowych, usunięcie zmian patologicznych oraz płukanie jamy stawowej. Skuteczność tej metody potwierdzono m.in. w przypadku septycznego zapalenia stawu u konia, gdzie zastosowanie artroskopii w połączeniu z antybiotykoterapią doprowadziło do pełnego wyzdrowienia (8). Coraz większe zainteresowanie budzą terapie regeneracyjne, zwłaszcza z wykorzystaniem komórek macierzystych. W badaniach wykazano, że mogą one wspierać odbudowę chrząstki stawowej, co mogłoby czynić je obiecującą metodą leczenia w przypadkach OA TMJ (18). W najcięższych przypadkach, gdy inne metody zawodzą, rozważa się leczenie chirurgiczne. Przykładem jest kondylektomia, czyli usunięcie części lub całości kłykcia żuchwy. Badania dowodzą, że konie po jednostronnej kondylektomii i mieniscektomii z powodzeniem powracają do aktywności, wykazując jedynie niewielkie powikłania w długoterminowej obserwacji (29).

Staw skroniowo-żuchwowy odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu aparatu żucia oraz w koordynacji biomechanicznej i funkcjonalnej struktur czaszkowo-żuchwowych u koni. Jego prawidłowa budowa może bezpośrednio wpływać na zdolność konia do pobierania pokarmu, akceptowania kielźna oraz komfort użytkowania zwierzęcia (4). Zaburzenia w obrębie tego stawu mogą prowadzić do bólu, ograniczenia zakresu ruchu oraz zmian w zachowaniu i reaktywności zwierzęcia, co negatywnie wpływa na wartość użytkową. W szczególności u koni sportowych zaburzenia te mogą objawiać się trudnościami w akceptacji wędzidła, problemami z żuciem oraz nadwrażliwością w obrębie głowy (25). Zwyródnienia stawu skroniowo-żuchwowego wiążą się z odczuwaniem przewlekłego bólu, który ogranicza ruchomość głowy, powoduje sztywność mięśni oraz skrócenie wykroku (7). U zwierząt dotkniętych tym problemem

obserwuje się m.in. nieregularność chodu, trudności w pracy na kontakcie oraz zmiany w zachowaniu podczas treningu. W badaniach wykazano, że odpowiednie leczenie schorzeń stawu skroniowo-żuchwowego może prowadzić do poprawy komfortu oraz efektywności użytkowania konia (4). Z punktu widzenia hodowców i potencjalnych nabywców, konie z wykrytą chorobą zwyrodnieniową stawu skroniowo-żuchwowego mogą być postrzegane jako obciążone ryzykiem dalszych problemów zdrowotnych, co w praktyce może wpływać na ich wartość handlową lub atrakcyjność na rynku koni sportowych. Koń cierpiący na przewlekłe problemy stawu skroniowo-żuchwowego może wymagać regularnej opieki weterynaryjnej, co w praktyce wiąże się z dodatkowymi nakładami (18). W terapii wspomagającej leczeniu często wykorzystuje się suplementy diety zawierające substancje takie jak glukozamina, chondroityna czy kwas hialuronowy, które mają na celu wspieranie funkcji chrząstki stawowej oraz ograniczanie procesów zapalnych (22). Badanie eksperymentalne przeprowadzone na 16 koniach z indukowaną artrozą wykazało, że doustne podawanie kombinacji glukozaminy (GlcN) i siarczanu chondroityny (CS) przez 120 dni skutkowało poprawą klinicznych objawów (zmniejszenie kulawizny), obniżeniem stężenia mediatorów zapalnych w płynie stawowym oraz pewnymi oznakami regeneracji chrząstki przy badaniu histologicznym (30). Jednak w wielu przypadkach statystycznie nie potwierdzono istotności różnic, co znacznie ogranicza siłę dowodów. Jednocześnie przeglądy literatury wskazują, że jakość dostępnych badań dotyczących suplementacji u koni jest zróżnicowana, a ich wyniki nie zawsze są jednoznaczne, co uzasadnia ostrożne podejście do tej formy terapii (23). ●

Piśmiennictwo

1. Adams K., Schulz-Kornas E., Arzi B., Failing K., Vogelsberg J., Staszuk C.: Functional anatomy of the equine temporomandibular joint: Collagen fiber texture of the articular surfaces. „The Veterinary Journal”, 2016, 217, 58-64.
2. Adams K., Schulz-Kornas E., Arzi B., Failing K., Vogelsberg J., Staszuk C.: Functional anatomy of the equine temporomandibular joint: Histological characteristics of the articular surfaces and underlying tissues. „The Veterinary Journal”, 2018, 239, 35-41.
3. Bonin, S. J., Clayton, H. M., Lanovaz, J. L., & Johnson, T. J.: Kinematics of the equine temporomandibular joint. „American Journal of Veterinary Research”, 2006, 67 (3), 423-428.
4. Carmalt L. James.: Evidence-Based Equine Dentistry: Preventive Medicine. „Veterinary Clinics of North America: Equine Practice”, 2007, 23, 519-524.
5. Carmalt J. L.: Equine poor performance: the logical, progressive, diagnostic approach to determining



SHUTTERSTOCK

- the role of the temporomandibular joint. „Journal of the American Veterinary Medical Association.”, 2024, 262 (3), 397–404.
6. Carmalt, J. L., Simhofer, H., Bienert-Zeit, A., Rawlinson, J. E. and Waldner, C. L.: The association between oral examination findings and computed tomographic appearance of the equine temporomandibular joint. „Equine Vet J.”, 2017, 49, 780–783.
 7. Carmalt, J. L., Reisbig, N. A.: Arthroscopic treatment of bilateral mandibular condylar cysts and associated osteoarthritis of the temporomandibular joints in a horse. „Equine Vet Educ.”, 2022, 34, e352–e358.
 8. Carmalt, J. L. and Wilson, D. G.: Arthroscopic Treatment of Temporomandibular Joint Sepsis in a Horse. „Veterinary Surgery.”, 2005, 34, 55–58.
 9. Carmona, J. U.; López, C.: Efficacy of Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Equine Tendon and Ligament Injuries: A Systematic Review of Clinical and Experimental Studies. „Veterinary Sciences.”, 2025, 12, 382.
 10. Eijden T. M. G. J., Turkowski S. J. J.: Morphology and Physiology of Masticatory Muscle Motor Units. „Critical Reviews in Oral Biology & Medicine.”, 2001, 12 (1), 76–91.
 11. Fan Y., Cui C., Li P., Bi R., Lyu P., Li Y., Zhu S.: Fibrocartilage stem cells in the temporomandibular joint: insights from animal and human studies. „Frontiers in Cell and Developmental Biology.”, 2021, 9, 665995.
 12. Fenner K., Yoon S., White P., Starling M., McGreevy P.: The Effect of Noseband Tightening on Horses' Behavior, Eye Temperature, and Cardiac Responses. „Public Library of Science ONE.”, 2016, 11 (5), e0154179.
 13. Guerrero Cota J. M., Leale D. M., Arzi B., Cissell D. D.: Regional and disease-related differences in properties of the equine temporomandibular joint disc. „Journal of Biomechanics.”, 2019, 82, 54–61.
 14. Jansson N.: Conservative Management of Unilateral Fractures of the Mandibular Rami in Horses. „Veterinary Surgery.”, 2016, 45 (8), 1063–1065.
 15. Jasiński T., Zdrójkowski Ł., Turek B., Kaczorowski M., Pawliński B., Brehm W., Domino M.: Accuracy of computed tomography in diagnosing temporomandibular joint osteoarthritis relative to histopathological findings – an ex-vivo study of 41 horses. „bioRxiv.”, 2024, 621628.
 16. Jasiński T., Turek B., Kaczorowski M., Brehm W., Skierbiszevska K., Domino M.: Equine temporomandibular joint diseases: A systematic review. „Equine Veterinary Journal.”, 2025, 57 (6), 1427–1445.
 17. Kim CS., Reisbig NA., Carmalt JL.: Contrast arthrography of the equine temporomandibular joint. „Frontiers in Veterinary Science.”, 2024, 11, 1368131.
 18. Köhnke R., Ahlers M. O., Birkelbach M. A., Ewald F., Krueger M., Fiedler I., Busse B., Heiland M., Vollkommer T., Gosau M.: Temporomandibular Joint Osteoarthritis: Regenerative Treatment by a Stem Cell Containing Advanced Therapy Medicinal Product (ATMP)—An In Vivo Animal Trial. „International Journal of Molecular Sciences.”, 2021, 22, 443.
 19. Liu Q., Zhao Y., Shi H., Xiang D., Wu C., Song L., Ma N., Sun H.: Long-term haploinsufficiency of DSPP causes temporomandibular joint osteoarthritis in mice. „BMC Oral Health.”, 2024, 14, 24 (1).
 20. Miles T. S.: Postural control of the human mandible. „Archives of Oral Biology.”, 2007, 52, 4.
 21. Moll H. D., Kimberly A. M.: A Review of Conditions of the Equine Temporomandibular Joint. „Proceedings of the 48th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners.”, 2002, 48, 240–243.
 22. Murray J. M. D., Hanna E., Hastie P.: Equine dietary supplements: an insight into their use and perceptions in the Irish equine industry. „Irish Veterinary Journal.”, 2018, 71, 4.
 23. Pearson W., Lindinger M.: Low quality of evidence for glucosamine-based nutraceuticals in equine joint disease: review of in vivo studies. „Equine Veterinary Journal.”, 2009, 41 (7), 706–712.
 24. Pereira T. P., Staut F. T., Machado T. S. L., Monaco Brossi P., Baccarin R. Y. A., Michelotto P. V.: Effects of the Oral Examination on the Equine Temporomandibular Joint. „Journal of Equine Veterinary Science.”, 2016, 43, 48–54.
 25. Reisbig N. A., Pifko J., Lanovaz J. L., Weishaupt M. A., Carmalt J. L.: The effect of acute equine temporomandibular joint inflammation on response to rein-tension and kinematics. „Frontiers in Veterinary Science.”, 2023, 10, 1213423.
 26. Simhofer H., Niederl M., Anen C., Rijkenhuizen A., Peham C.: Kinematic analysis of equine masticatory movements: Comparison before and after routine dental treatment. „The Veterinary Journal.”, 2011, 190, 49–54.
 27. Smyth T. T., Carmalt J. L., Treen T. T., Lanovaz J. L.: The effect of acute unilateral inflammation of the equine temporomandibular joint on the kinematics of mastication. „Equine Veterinary Journal.”, 2016, 48 (4), 523–7.
 28. Smyth, T. T., Allen, A. L., Carmalt, J. L.: Histologic assessment of age-related changes in the temporomandibular joints of horses. „American Journal of Veterinary Research.”, 2019, 80 (12), 1107–1113.
 29. White S. A., Canada N. C., Carmalt J. L., Schumacher J., Amtrano F. N., Orved K., Henry T. J., Brounts S. H., Arnold C. E.: Long-Term Outcome of Horses Undergoing Unilateral Mandibular Condylectomy and Meniscectomy for Temporomandibular Joint Disease. „Frontiers in Veterinary Science.”, 2022, 9, 898096.
 30. Yamada A. L. M., Vendruscolo C. P., Marsiglia M. F., Sotelo E. D. P., Agreste F. R., Seidel S. R. T., Füllber J., Baccarin R. Y. A., Silva L. C. L. C.: Effects of oral treatment with chondroitin sulfate and glucosamine in an experimental model of metacarpophalangeal osteoarthritis in horses. „BMC Veterinary Research.”, 2022, 18 (1), 215.

Julia Jankowska, e-mail: jkankowska12@gmail.com