

kontroli pasz leczniczych w Polsce. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 1, 26-28. **14. Posyniak A.**, 2011 – Pasze lecznicze a efektywność antybiotykoterapii. Pasze Przemysłowe 1, 47-51. **15. Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K.**, 2009 – Instrukcja oznaczania tylozyny w paszach leczniczych metodą mikrobiologiczną. Puławy. **16. Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K.**, 2011 – Produkcja i stosowanie pasz leczniczych – wybrane aspekty. Życie Weterynaryjne 86(8), 627-632. **17. Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K.**, 2011 – Urzędowa

kontrola jakości pasz leczniczych produkowanych w Polsce. Medycyna Weterynaryjna 67(11), 770-773. **18. Ustawa o Inspekcji Weterynaryjnej z 29.01.2004 r.** (Dz.U. Nr 121, poz.842 z 2007r z późn. zm.). **19. Ustawa o paszach z 22.07.2006 r.** (Dz.U. 2006 nr 144, poz. 1045). **20. Wasak M.**, 2010 – Wskazania i obrót paszami leczniczymi we Francji. Weterynaria w Terenie 1, 64-65. **21.** [www.fao.org/animal-production/en/](http://www.fao.org/animal-production/en/) (dostęp: 05.08.2020 r.) **22.** [www.olsztyn.wiw.gov.pl](http://www.olsztyn.wiw.gov.pl) (dostęp: 03.08.2020 r.)

## Evaluation of the homogeneity of medicinal feeds in the area monitored by the Veterinary Hygiene Institute in Olsztyn in 2018-2019

### Summary

There are many considerations in favour of the use of medicinal feed, including the fact that it is produced on the instructions of a veterinarian, which is a guarantee of full control, and that it is highly convenient (especially for large flocks). Antimicrobial substances should be evenly distributed throughout the feed so that it has a homogeneous structure. This is why it is so important to assess medicinal feeds in terms of homogeneity. Medicinal feeds must be homogeneous so that the animals consume the right amount of antibiotic, thus ensuring their health. The aim of this study was to assess the homogeneity of medicated livestock feed in 2018-2019 in the area monitored by the Veterinary Hygiene Institute in Olsztyn, as an indicator of their correct use. The species of animals for which medicinal feeds were most frequently evaluated were determined as well. The research material consisted of feed samples evaluated based on official inspection by the Voivodeship Veterinary Inspectorate in feed production plants and on privately commissioned tests. The evaluation of homogeneity of medicated feeds in the years 2018-2019 in the Warmian-Masurian Voivodeship was based on data from the Veterinary Hygiene Institute in Olsztyn. Medicinal livestock feeds evaluated for homogeneity by the Veterinary Hygiene Institute in Olsztyn in 2018-2019 were found to be of good quality. The most frequently evaluated feeds were those intended for pigs and poultry. It is recommended that quality control of medicinal feeds should be continued in order to maintain the highest possible level of food safety throughout the production chain.

**KEY WORDS:** medicinal fodder, homogeneity, poultry, pigs

## Budowa i funkcje kopyta

**Ewa Wadas, Janusz Wejer,  
Katarzyna Łaskarzewska**

**Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,  
Wydział Bioinżynierii Zwierząt, Katedra Hodowli Koni i Jeździectwa**

Udomowiając konia, człowiek wziął na siebie odpowiedzialność za jego zdrowie, w tym także za pielęgnację kończyn i kopyt. Kopyto końskie jest bardzo skomplikowanym organem, a warunki stworzone przez człowieka nie zawsze są dla niego odpowiednie.

Szybki rozwój transportu i mechanizacji rolnictwa w ostatnich latach XX wieku wpłynął na zmianę sposo-

bu użytkowania koni [11] z roboczego (głównie jako siła pociągowa) na wierzchowe – rekreacyjne i sportowe. Nadal jednak współczesnym koniom stawia się duże wymagania dotyczące w równej mierze wytrzymałości, jak i siły. Powoduje to wzrost częstotliwości występowania kontuzji objawiających się nieprawidłowościami funkcjonowania aparatu ruchu, zwłaszcza u koni sportowych [4]. Efektem jest wystąpienie bólu i kulawizny stanowiących przeszkodę w prawidłowym sposobie przemieszczania się konia oraz zaburzających jego dobrostan [17]. W zależności od konkurencji jeździeckiej konie poddawane są różnym obciążeniom przyczyniającym się do występowania typowych dla danego użytkowania schorzeń ortopedycznych [19].

W naturze dzikie konie pokonują dziennie dystans od 10 do 15 km po zróżnicowanym podłożu. Ciągły ruch mięśni, stawów i kopyt wspomaga serce w transporcie krwi w organizmie zwierzęcia. Z każdym krokiem konia krew transportowana jest powrotnie z koń-

czyn, do wnętrza ciała. Zapewnia to również naturalną pielęgnację kopyt oraz ścieranie narastającego rogu [18]. Koń żyjący w warunkach stajennych ma ograniczony ruch. Przepływ krwi w jego ciele jest spowolniony, powodując niewystarczające ukrwienie pewnych obszarów [4, 5]. Długie stanie, szczególnie na miękkiej ściółce, skutkuje obniżeniem gęstości kości oraz powstawaniem deformacji kopyt i innych wad postawy kończyn, np. szybszy wzrost przyśrodkowej ściany tylnych kopyt, gdy podczas odpoczynku koń odciąża jedną z kończyn tylnych [18, 22]. Według Strasser (2009) efektem wymuszonego braku ruchu jest 300% wzrost częstotliwości występowania chorób układu kostnego u źrebiąt w Niemczech w ciągu ostatnich lat. Także podczas treningu u konia może dochodzić do uszkodzenia aparatu ruchu [4, 19]. Swobodny ruch jest podstawowym elementem prawidłowego rozwoju, funkcjonowania i zdrowia całego organizmu [7]. Brak optymalnych warunków utrzymania oraz fachowej opieki nad końmi wynikają często z ludzkiej niewiedzy, skutkując powstawaniem różnego rodzaju schorzeń kopyt, jak np. szczeliny kopyt, ran kłutych podszwy, gnicia strzałki. Zaniedbania w tym zakresie skutkują koniecznością długotrwałego leczenia lub wręcz brakiem możliwości wyleczenia choroby [8]. Wysiłek fizyczny jest istotnym czynnikiem wpływającym na metabolizm kości i chrząstki stawowej. Kość, mając zdolność do przebudowy, ulega zmianom strukturalnym, odpowiednim do zwiększonych lub zmniejszonych obciążeń mechanicznych. Zaburzenia przebudowy mogą prowadzić do jej osłabienia, a w konsekwencji do urazów [17]. Dobranie odpowiedniego programu treningowego, który pozwala na stopniową adaptację układu mięśniowo-szkieletowego do wysiłku, jest podstawą utrzymania zdrowia konia sportowego. Problem ten jest szczególnie wyraźny w przypadku koni wyścigowych, które rozpoczynają intensywny trening przed zakończeniem wzrostu i dojrzewania szkieletu [20].

## **Anatomia kopyta**

Kopyto stanowi wytrzymałe i sprężyste zakończenie palca w każdej kończynie konia, które powstało na skutek ciśnienia wywieranego przez podłoże na kończyny [15]. Poddawane jest ono obciążeniom masy konia oraz prędkości poruszania się w wyższych chodach, jak również w trakcie lądowania po skoku [10]. Zadaniem kopyta jest ochrona kończyny przed uszkodzeniem oraz amortyzacja wstrząsów wywołanych bezpośrednim kontaktem z podłożem. Odgrywa ono podstawową rolę w funkcjonowaniu całej kończyny [9]. Składa się z części wewnętrznych (kości, naczynia krwionośne, ścięgna, więzadła, nerwy oraz tworzywo rogowe) oraz zewnętrznych (ściany rogowe, podszwa rogowa oraz strzałka rogowa) [2].

Puszka kopytowa zbudowana jest z węgla (około 50%), tlenu, azotu, wodoru i siarki, natomiast elastycz-

ność rogu warunkowana jest stopniem jego wilgotności. Według Kolstrunga i wsp. (2004) ściana rogowa puszek zawiera 16-25% wody, róg podszwy 33-36%, a strzałka 40-45% wody. Nassau (2007) podaje wartości odpowiednio 10%, 30% oraz 42%. Średni odsetek tłuszczu w ścianie wynosi 0,75%, w części podszwy 0,25%, a w strzałce 0,50%.

Szczegółowe poznanie budowy wewnętrznej i zewnętrznej kopyta daje możliwość zapobiegania schorzeniom kopyt, a w razie potrzeby ich leczenia oraz prawidłowej pielęgnacji i podkuwania. Według Kuleszy (2006) przyczyna 70-80% kulawizn u koni, bezpośrednio lub pośrednio wynika ze złego stanu narządu palcowego, czyli kopyta [9].

## **Wewnętrzne struktury kopyta**

### **Kości i stawy**

Masa kostna jest zbudowana głównie z wapnia i fosforu. Jej wzrost pod względem wielkości kończy się w 5-6 roku życia konia. Kości dystalnych części kończyn w czasie wzrostu mogą ulegać deformacji w wyniku złego użytkowania lub podkuwania [3].

Stawy w kończynie konia, w jej dolnej części, pozwalają na ruch tylko w jednej płaszczyźnie. Ograniczony obrót kości jest przyczyną wielu problemów tego odcinka, wynikających z wadliwego ruchu i nieprawidłowego obciążenia stawów [12]. Staw wnętrza kopyta to staw kopytowy, zbudowany z kości koronowej, kości kopytowej oraz nieparzystej trzeczki kopytowej (trzeczki dalszej). Położony powyżej staw koronowy składa się z kości koronowej i pięcinowej. Kolejnym stawem jest staw pięcinowy składający się z kości pięcinowej, kości nadpięcia oraz parzyście występujących trzeczek pięcinowych [7].

W zdrowym kopycie kość kopytowa (*phalanx proximalis*), czyli III człon palca, umieszczona jest poziomo (istnieją odstępstwa w granicach 5°). Kształt kości kopytowej determinuje wygląd puszek kopytowej [3]. Kość kopytowa jest silnie unaczyniona dzięki swojej porowatej strukturze [12]. W przedniej części kości kopytowej znajduje się wyrostek wyprostny, który zapobiega ześlizgiwaniu się wyżej położonej kości koronowej oraz stanowi przyczep dalszy ścięgna mięśnia prostownika wspólnego palca [6]. W świecie ssaków kość ta jest jedyną występującą kością, której nie pokrywa okostna, lecz ciasno łącząca się z nią skóra kopyta [18].

Kość koronowa (*phalanx media*), czyli II człon palca, łącząc się z kością kopytową, tworzy staw kopytowy. Jej górną oraz dolną powierzchnię pokrywa gładka chrząstka stawowa [2]. Na tylnej części kości występuje zgrubienie zapobiegające ześlizgiwaniu się kości pięcinowej, a także stanowi ono przyczep dla ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palca [6].

Kość pięcinowa (*phalanx distalis*), czyli I człon palca, znajduje się pomiędzy kością śródreza (w kończynie piersiowej) lub śródstopia (w kończynie miednicznej) a kością koronową, z którą tworzy staw koronowy. Jej

zadaniem jest zwiększenie elastyczności stawu pęcinoowego, a tym samym zminimalizowanie wstrząsów powstałych podczas ruchu. Jej długość, a także nachylenie wpływają na elastyczność chodu konia [2].

Trzeszczka dalsza (trzeszczka kopytowa) zlokalizowana pomiędzy kością koronową a kością kopytową wchodzi w strukturę stawu kopytowego. Kształtem przypomina łódkę i jest stosunkowo cienka z ograniczonym dopływem krwi [1]. Trzeszczka kopytowa stanowi punkt podparcia dla ścięgna zginacza głębokiego palca, które przechodzi bezpośrednio pod nią i przyłącza się do kości kopytowej. Pomiedzy trzeszczką a ścięgnem znajduje się kaletka. Trzeszczka kopytowa podczas ruchu jest ściskana, w stronę sąsiadujących kości, przez napięte ścięgno zginacza głębokiego palca. Jej umiejscowienie w dolnej części kopyta skutkuje podatnością na uszkodzenia, np. nadmierne ścieranie, przebicie, tworzenie się osteofitów (zmiany wytwórcze w stawie) [2].



Fot. 1. Rozmieszczenie kości w części dystalnej kończyny: 1 – kość kopytowa; 2 – trzeszczka dalsza (trzeszczka kopytowa); 3 – kość koronowa; 4 – kość pęcinoowa (fot. K. Łaskarzewska)

### **Tworzywo kopytowe (Skóra właściwa kopyta)**

Skóra kopyta, czyli tworzywo kopytowe, otacza kości kopytową oraz koronową, trzeszczkę dalszą (trzeszczkę kopytową), a także ścięgna, więzadła i chrząstkę kopytową. Zbudowana jest z naskórka, skóry właściwej oraz warstwy podskórnej. Przystosowana jest do produkcji rogu puszek kopytowej [18]. W zależności od umiejscowienia rogowaciejące komórki naskórka tworzą róg obwódki, korony, podeszwy, ściany, strzałki kopytowej, a także opuszki kopytowej [10].

Skóra właściwa kopyta (tworzywo kopytowe) to warstwa bardzo dobrze unaczyniona, a także silnie unerwiona. [14]. Naczynia krwionośne biegnące od kości kopytowej wnikają w skórę właściwą, stając się w tym obszarze drobniejsze i cieńsze. Rozdzielają się dalej na naczynia włosowate blaszek skóry właściwej, gdzie

następuje proces produkcji rogu z białka dostarczonego z krwią [18]. Różne obszary skóry właściwej formują inne części kopyta (korony, obwódki, ściany, podeszwy, strzałki i opuszki).

Puszka kopytowa wykształca się podczas procesu keratynizacji, czyli rogowacenia komórek naskórka. Skóra właściwa zaopatrzona jest w liczne i gęste naczynia krwionośne, z których krew przedostaje się do naczyń włosowatych naskórka. Komórki naskórka przez dyfuzję, zaopatrywane są w tlen oraz składniki odżywcze umożliwiając proces keratynizacji [3].

### **Tworzywo korony (skóra właściwa korony)**

Tworzywo korony występując wokół całego obwodu górnej krawędzi kopyta, wypełnia rowek koronowy. Od strony wewnętrznej styka się ono ze ścięgnem prostownika wspólnego palca, zewnętrzną częścią chrząstek kopytowych, a także stawem kopytowym [3]. Komórki tworzywa korony odpowiadają za powstanie komórek potomnych, które ulegając rogowaceniu, tworzą rureczki rogu oraz część warstwy listewkowej. Powstający róg to zewnętrzna część ściany kopyta, która od zewnątrz pokryta jest cienką warstwą komórek zwanych glazurą, wytwarzanych w koronce, które w pewnym stopniu chronią kopyto przed utratą wilgotności [3].

Powierzchnię tworzywa korony pokrywają liczne brodawki, na których znajdują się komórki naskórka wytwarzające twardą substancję rogową [18].

### **Tworzywo koronki (skóra właściwa koronki)**

Górną krawędź kopyta w postaci półksiężycowatego paska skóry otacza tworzywo koronki, które produkuje cienką warstwę rogu rureczkowego, czyli koronki. Pokrywa ona górny obszar puszek kopytowej oraz piętki [3]. W procesie keratynizacji powstaje z niej glazura kopyta.

### **Tworzywo ścienne (skóra właściwa ściany)**

Tworzywo ścienne (inaczej listewkowe) otacza zewnętrzną powierzchnię kości kopytowej oraz dolny obszar chrząstki kopytowej. Przybiera postać listewek [3], przebiegających od koronki w kierunku podeszwy kopyta, równoległe do kierunku jego wzrostu. Jest ich około 600 sztuk o wysokości 4 mm [10]. Każda z listewek posiada listewki wtórne drugiego i trzeciego rzędu [6].

Róg produkowany przez naskórek, występujący na blaszkach tworzywa ściennego jest stale wypychany na zewnątrz, przez warstwę nowo powstającą. Zderza się on z twardym rogiem ściany produkowanym przez komórki naskórka korony. Nacisk wytwarzany w tym obszarze powoduje połączenie dwóch warstw widocznych jako warstwa biała [18]. Niewielka ilość produkowanej przez listewki ścienne masy rogowej łączy je z rogiem rosnącym z korony [6].

### **Tworzywo podeszwy (skóra właściwa podeszwy)**

Tworzywo podeszwy pokrywa dolną część kości kopytowej. Komórki naskórka produkują róg rureczkowy po-



deszwy w ilości średnio jeden centymetr na trzy miesiące [18].

### ***Tworzywo strzałki (skóra właściwa strzałki)***

Naskórek tworzywa strzałki wytwarza niezwykle elastyczny i miękki róg [18]. Zawartość wilgoci w rogu strzałki wynosi 42%, a średni odsetek tłuszczu w tym miejscu to 0,50% [12]. Tworzywo strzałki osłania strzałkę gąbczastą, a wytwarzany przez nie róg strzałki jest bardzo gęsto unerwiony. Pozwala to na odbiór wielu informacji o podłożu, po jakim porusza się zwierzę [3].

### **Ściągna i więzadła**

W dystalnych odcinkach kończyn u konia występują zakończenia mięśni – ścięgna. Ściągno mięśnia prostownika wspólnego palca zlokalizowane jest wzdłuż przedniej strony kończyny. Prostuje ono staw kopytowy, koronowy oraz pięcinowy [6]. Jego przyczep znajduje się na górnym wyrostku kości kopytowej [3], a także na kości koronowej [18].

Ściągno mięśnia zginacza powierzchownego palca przyczepia się do kości koronowej i pięcinowej, zginając te stawy [7]. Biegąc wzdłuż kończyny ścięgno, prześlizguje się po trzeczce pięcinowej, dalej rozdziela się na dwie gałęzie, mające swój przyczep na kości koronowej [3].

Ściągno mięśnia zginacza głębokiego palca przebiega po tylnej stronie kończyny, pod ścięgnem mięśnia zginacza powierzchownego, między którego rozgałęzieniem biegnie dalej, prześlizguje się przez trzeczka kopytową i przyczepia do dolnej części kości kopytowej [3]. Odpowiada za zginanie stawu kopytowego [6]. Pomiędzy trzeczka kopytową a ścięgnem występuje kaletka maziowa. Połączenia stawowe wzmacniają więzadła, ułożone po bokach torebki stawowej.



**Fot. 2.** Przebieg poszczególnych ścięgien. 1 – ścięgno mięśnia prostownika wspólnego palców; 2 – ścięgno mięśnia zginacza powierzchownego palców; 3 – ścięgno mięśnia zginacza głębokiego palców (fot. K. Łaskarzewska)

## **Sprężyste części kopyta**

### ***Chrząstki kopytowe***

Chrząstki kopytowe są miękkie i elastyczne, o kształcie przypominającym równoległobok. Za pomocą więzadeł przymocowane są do wyrostków dłoniowych kości kopytowej oraz kości koronowej. Chrząstki ułożone są symetrycznie po obydwu stronach kopyta [18], stanowiąc przedłużenie ramion kości kopytowej. W tylnej części połączone są ze strzałką gąbczastą [6].

Ponad krawędzią korony na tylnej części kopyta widoczny jest zarys górnej krawędzi chrząstki kopytowej. Chrząstki kopytowe odbierają obciążenia powstałe podczas uderzenia kopyt o podłoże i rozpraszają je na boki [3]. Prawidłowe ukształtowanie się chrząstek kopytowych uwarunkowane jest właściwą korekcją kopyt i zapewnieniem młodym rosnącym koniom jak największej ilości swobodnego ruchu.

### ***Strzałka gąbczasta***

Strzałka gąbczasta znajduje się pomiędzy chrząstkami kopytowymi, strzałką rogową i ścięgnem mięśnia zginacza głębokiego palca [3]. W dobrze rozwiniętym kopycie jest gruba, zbudowana ze sprężystych elementów tkanki łącznej zbitej [6]. Wyglądem przypomina żółtawo zabarwione serce. Dobrze rozwinięta strzałka gąbczasta pochłania wstrząsy, wytwarzane podczas uderzenia kopyta o ziemię. Niedorozwój tej struktury, wynikający z nieodpowiednich warunków utrzymania w trakcie wzrostu zwierzęcia (okres żrebięcy), prowadzi do zaburzenia głównej funkcji – amortyzacji [1].

### **Unerwienie i ukrwienie kopyta**

W kopycie występują dwie tętnice rozmieszczone po bokach ścięgien obu zginaczy palcowych. Symetrycznie ułożone tętnice na wysokości kości koronowej ulegają rozdzieleniu na poszczególne gałęzie [23]:

- gałąź opuszki palcowej (unaczynia strzałkę gąbczastą);
- gałąź koronowa ulega połączeniu z gałęzią po drugiej stronie i razem tworzą tętnicę okrężną korony;
- gałąź przechodzącą przez otwór wyrostka dłoniowego do wnętrza kości kopytowej i tworzywa;
- gałąź tworzącą łuk graniczny wraz z przeciwległą gałęzią w kanale podeszwowym kości kopytowej. Z powstałego łuku odchodzą liczne drobne tętnice, wnika-jące w górę oraz w dół kości kopytowej.

Z kopyta krew odprowadzana jest przez żyły. Sieć spłotów żylnych, otaczających kopyto, ulega połączeniu. Powstaje kilkanaście żył, przekształcających się na wysokości stawu koronowego w żyły palcowe – boczną oraz przyśrodkową [3].

Kopyto unerwiają dwa nerwy, palcowy dłoniowy przyśrodkowy oraz boczny. Są one rozmieszczone symetrycznie i biegną wzdłuż tętnic [3]. Największa ilość receptorów czuciowych zlokalizowana jest w obrębie

górnego obszaru trzyczki kopytowej, a także w okolicy pierwotnych i wtórnych listewek ściennych tworzywa [6].

### **Zewnętrzne części kopyta**

#### **Puszka kopytowa**

Puszkę kopytową stanowią ściany rogowe, brzeg podstawowy wraz z linią białą, podeszwa rogowa oraz strzałka rogowa.

#### **Ściany rogowe**

Ścianę przednią rogową stanowi obszar, wyznaczony przez dwie równoległe do siebie linie, poprowadzone od wierzchołków kątów wsporowych wzdłuż kopyta. Ściany rogowe boczne (po obu stronach kopyta) biegną od końca ściany przedniej do najszerszego miejsca puszek kopytowej. Za ścianami bocznymi znajdują się ściany przedkątne, przechodzące w niewidoczne z zewnątrz ściany wsporowe, które zaginają się do wewnątrz i giną w podeszwie. Ściana wsporowa wraz ze ścianą przedkątną tworzą kąt wsporowy. Puszka kopytowa od góry zakończona jest krawędzią koronową [6]. Długość ściany przedniej do długości krawędzi ściany przedkątnej w kończynie piersiowej wynosi proporcjonalnie 3:1, natomiast w kończynie miedniczej 2,5:1. Ściana oglądana z zewnątrz powinna być gładka i równa. Występujące nierówności świadczą o problemach w produkcji rogu, najczęściej związanych z błędami w żywieniu konia [3].

#### **Brzeg podstawowy**

Na przyziemną stronę puszek kopytowej składa się krawędź podeszwa, strzałka rogowa oraz podeszwa rogowa. Część prawidłowo zbudowanego kopyta dotykająca podłoża nazywana jest umownie brzegiem podstawowym lub krawędzią nośną [10]. Należy utrzymywać ją w kształcie półokrągłym, bez ostrych krawędzi, przyczyniających się do uszkodzeń w kontakcie z nierównym, twardym podłożem.

Granicę między ścianami kopyta a podeszwą rogową stanowi linia biała. Powinna być stosunkowo wąska, jednolitej szerokości i zbita. Wszelkie odstępstwa, zmiany barwy i struktury wskazują na uszkodzenie połączenia tworzywo-róg [3]. Linia biała jest mało pigmentowana, posiada lekko żółtawe zabarwienie. Podczas podkuwania koni w zewnętrzną krawędź linii białej wprowadza się podkowiaki mocujące podkowę do kopyta [10].

#### **Podeszwa rogowa**

Podeszwę rogową stanowią trzon i zachodzące ku tyłowi ramiona, rozdzielone strzałką. Posiada ona strukturę rureczkową, a jej wnętrze porowatą. Podeszwa rogowa jest wklęsła, poza obszarem wchodzącym w skład brzegu podstawowego [6]. Według Strasser (2009), wklęsłość ta wynika z budowy kości kopytowej, także

wklęsłej, a skóra leżąca na jej spodniej części formuje podeszwę rogową.

#### **Strzałka rogowa**

Strzałka rogowa w swej budowie dzieli się na grot strzałki, podstawkę strzałki i jej ramiona, przedzielone bruzdą pośrodkową [10]. Gołąb (2013) określa jej kształt, jako trójkąt o szerokiej podstawie. Najwyższy punkt wklęsłości podeszwy stanowi wierzchołek strzałki. Ku tyłowi przechodzi ona w opuszki palcowe. Obydwa elementy tworzy miękki róg [18].

Patrząc od tyłu na kopyto, widzimy piętki (opuszki palcowe kopyta). Pomiedzy piętami znajduje się dołek piętkowy. Wskazane jest by wysokość obu piętek, była jednakowa [10].

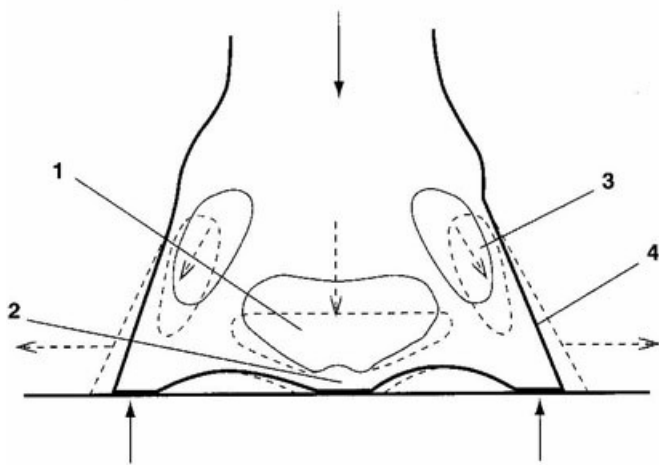
Na budowę kopyta wpływa postawa konia oraz jego chód [6]. Puszka kopytowa w kończynie piersiowej ma kształt bardziej zaokrąglony, natomiast w kończynie miedniczej owalny. Warunkuje to fakt, iż koń 60% swojego ciężaru utrzymuje na kończynach przednich [13]. Prawidłowa puszka kopytowa powinna być odpowiednio duża w porównaniu do masy konia. Jej wymiary są ściśle powiązane z kształtem występującej w jej wnętrzu kości kopytowej [3].

#### **Mechanizm kopyta**

Prawidłowo rozwinięte struktury kopyta właściwie spełniające swoją funkcję w rozpraszaniu energii powstającej podczas uderzenia nim o podłoże, zapobiegają uszkodzeniom ścięgien, więzadeł oraz kości [1]. Właściwe krążenie krwi wpływa na jakość, elastyczność i szybszy wzrost rogu. Zapobiega urazom zmęczeniowym i korzystnie wpływa na jakość chodu konia [2].

#### **Mechanika kopyta**

Odształcanie kopyta podczas obciążenia kończyny ma na celu równomierne rozłożenie ciężaru, zaabsorbowanie i zamortyzowanie wstrząsów, a także odpowiedni rozkład sił działających na kopyto podczas ruchu [3]. Kopyto uderzając o podłoże, pod naciskiem ciężaru konia zmienia swój kształt – rozszerza się. Takie zachowanie możliwe jest dzięki wklęsłości podeszwy, łukowatemu profilowi ścian bocznych, a także rozchodzącym się na boki kątom wsporowym. W momencie, przed oderwaniem kopyta od ziemi ciśnienie w jego wewnętrznych strukturach jest największe [21]. Kość kopytowa, połączona ze ścianą rogową, zostaje pod ciężarem, opuszczona w dół, ulegając rotacji. Powoduje to wciśnięcie strzałki w tym samym kierunku. Tył kopyta ulega największemu rozszerzeniu. Nachylenie ścian przedkątnych względem podłoża nieznacznie ulega zmianom (zmniejszenie kąta nachylenia) na skutek rozszerzania się kopyta w obrębie brzegu podstawowego [6, 12]. Po oderwaniu kopyta od ziemi wraca ono do swojego pierwotnego kształtu.



1 – strzałka gąbczasta, 2 – strzałka rogowa, 3 – chrząstka kopytowa, 4 – ściana przedkątna

**Rys. 1. Zmiany podczas obciążania kopyta [6]**

### **Krążenie krwi w kopycie**

Napełnianie oraz odprowadzanie krwi z naczyń krwionośnych kopyta jest regulowane przez zmianę jego kształtu, gdy jest ustawione na podłożu (obciążone) lub uniesione do góry (odciążone). Takie funkcjonowanie sprawia, że kopyto działa jak pompa ssąca, zwana pompą cyrkulacyjną [12]. Z każdym krokiem wspomaga serce w przepływie krwi z końca kończyny w górę i z powrotem w stronę serca [18]. Krew dopływająca tętnicami zaopatruje kopyto w tlen i składniki odżywcze. Pod wpływem ciężaru i siły, krew zostaje wtłoczona w sieć żył, dalej przekazywana do dwóch żył bocznych i odprowadzana z powrotem w kierunku serca [12]. Taki sposób krążenia pozwala na częściowe rozproszenie energii, które nazywane jest hydraulicznym pochłanianiem wstrząsów za pomocą krwi [1].

### **Balans kopyta**

#### **Balans przód-tył**

Odpowiedni balans zapewnia prawidłowe oderwanie kopyta od podłoża, czyli przełamanie [16]. Jest on zachowany, gdy szerokość od krawędzi przedniej ściany (punkt przełamania) do grota strzałki stanowi 1/3 całego podziału. Pozostałe 2/3 to szerokość od grota do kątów wsporowych [3].

#### **Balans prawo-lewo**

Linia korony (patrzac z przodu), w stosunku do podłoża, powinna być równoległa. Kopyto od strony przyziemnej można umownie podzielić na dwie części – lewą i prawą. Części te powinny być w miarę symetryczne [6, 10]. Odstępstwa od takiej budowy wskazują na patologie w budowie kopyta i ich deformacje.

### **Podsumowanie**

W pracy przedstawiono podstawową wiedzę z zakresu anatomicznej budowy i mechaniki kopyta. Zaprezentowane informacje pozwalają lepiej zrozumieć budowę i funkcjonowanie kopyt oraz dają możliwość zapobiegania ich schorzeniom. Istotne jest, by w sposób właściwy prowadzić pielęgnację kopyt koni, a także poprzez zapewnienie im odpowiedniego dobrostanu korzystnie wpływać na ich prawidłowy wzrost i rozwój. Ma to ogromne znaczenie w odchowcie szczególnie młodych koni, umożliwiając zapobieganie wystąpienia w przyszłości wad postawy kończyn/kopyt.

**Literatura:** 1. **Barker N., Braithwaite S.**, 2009 – Feet First. Barefoot Performance and Hoof Rehabilitation. Wyd. J.A. Allen, Londyn. 2. **Butler D.**, 1998 – The Principles of Horseshoeing II. Wyd. Butler Publishing, LaPorte. 3. **Gołąb J.**, 2013 – Kopyta doskonałe. Pielęgnacja i rehabilitacja. Wyd. Tartak Wyrazów, Warszawa. 4. **Higgins G.**, 2013 – Anatomia i fizjologia w treningu konia. Akademia Jeździecka. 5. **Jasińska A., Kaźmierczak B.**, 2014 – Kopyta zimą. Koń Polski 1(49), 71-75. 6. **Kolstrung R., Silmanowicz P., Stachurska A.**, 2004 – Pielęgnacja i podkuwanie kopyt koni. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa. 7. **Kolstrung R.**, 2006 – Kształtowanie się i pielęgnacja kopyt u źrebiąt. Hodowca i Jeździec 3(10), 62-63. 8. **Kulesza O.**, 2005 – Choroby kopyt. Koń Polski 11, 54-57. 9. **Kulesza O.**, 2006 – Przyjrzyjmy się kopytom. Koń Polski 5, 50-51. 10. **Lukas U.**, 2009 – Zdrowe kopyta – nie są przypadkiem! Wyd. Akademia Jeździecka s.c., Warszawa. 11. **Łojek J.**, 2001 – Zmiany w kierunkach użytkowania koni w latach 1989-1999. Przegląd Hodowlany 69(4), 18-22. 12. **Nassau R.**, 2007 – Hoof Problems. Wyd. Quiller Publishing Ltd, Shrewsbury. 13. **Pavord T., Pavord M.**, 2013 – Choroby koni. Weterynaria praktyczna. Wyd. Akademia Jeździecka s.c., Warszawa. 14. **Pollit Ch.**, 1995 – The horse's foot. Mosby-Wolfe, Barcelona. 15. **Poplewski R.**, 1968 – Anatomia ssaków. Spółdzielnia Wydawnicza „Czytelnik”, Warszawa. 16. **Proske D.K., Stutts K.J., Leatherwood J.L., Hammer C.J., Coverdale J., Anderson M.J.**, 2016 – Effects of shoeing on the joints of the lower forelimb and hoof morphology of mature horses. J Anim Sci 94:16. 17. **Ross M.W., Dyson S.J.**, 2003 – Diagnosis and management of lameness in the horse. Saunders. 18. **Strasser H.**, 2009 – Rumak piękny i zdrowy – pielęgnacja i leczenie kopyt. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań. 19. **Strzelec K., Liss M., Jaroszyńska K., Janczarek I., Górski K.**, 2017 – Schorzenia ortopedyczne koni wyścigowych i sportowych. Przegląd Hodowlany 4, 16-21. 20. **Turło A., Cywińska A., Hecold M., Winnicka A.**, 2014 – Wskaźniki biochemiczne krwi przydatne w ocenie układu ruchu koni sportowych. Część II. Wpływ treningu i urazów ortopedycznych na metabolizm kości i chrząstki. Życie Weterynaryjne 89(8), 665-668. 21. **Turner, T.A., Stork, C.**, 1988 – Hoof abnormalities and their relation to lameness. Proc. Am. Ass. equine Practnrs. 34, 293-297. 22. **Van Heel M.C.V., Kroekenstoel A.M., Van Dierendonck M.C., Van Weeren P.R., Back W.**, 2006 – Uneven feet in a foal may develop as a consequence of lateral grazing behaviour induced by conformational traits. Equine Vet J 38: 646-651. 23. <http://hoofexplorer.com>. 11.09.2015.