

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МЕТОДІВ
ДІАГНОСТИКИ ОЖИРІННЯ У КОНЕЙ**

С.Б. Боровков¹, А.П. Палій², В.М. Боровкова³,
Д.О. Криворученко⁴, Ю.О. Щепетільников⁵

^{1,3}кандидати ветеринарних наук, доценти

²доктор ветеринарних наук, професор

⁴кандидат ветеринарних наук

⁵кандидат сільськогосподарських наук, доцент

^{1,2}Національний науковий центр

«Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»

вул. Пушкінська, 83, м. Харків, 61023, Україна

³⁻⁵Державний біотехнологічний університет

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, Україна

e-mail: ¹Serg_b78@ukr.net, ²paliy.dok@gmail.com, ³Vika_borovkova@ukr.net,

⁴denys.kryvoruchenko@gmail.com, ⁵3057661@gmail.com

ORCID: ¹0000-0003-3021-2410, ²0000-0002-9193-3548,

³0000-0002-3422-9394, ⁴0000-0002-2044-8019, ⁵0000-0001-7275-0079

Надійшла 24.06.2024

Мета. Здійснити діагностику ожиріння у коней з використанням різних фізичних методів і визначити можливість застосування цих методів у практичній ветеринарній медицині. **Методи.** Загальне клінічне обстеження проводили за стандартними методиками. Фізичний стан коней визначали за 9-бальною системою оцінки кондиції тіла (система Хеннеке) двома незалежними фахівцями. Морфометричні показники визначали мірною стрічкою KERBL (Німеччина). Масу тіла розраховували за формулами Мілнера і Хьюїтта, Енсмінгера та INRA. Ультразвукове дослідження товщини підшкірного жиру проводили апаратом SonoScare X5 (Китай). Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою програми Minitab 19. Використовували непараметричні показники: медіану і квартилі Q1 та Q3; достовірність різниці між групами оцінювали за критерієм Манна-Уїтні ($*p \leq 0,05$), кореляційні зв'язки — за критерієм Спірмена. **Результати.** Встановлено, що коні з ожирінням мають більші розміри тіла порівняно з тваринами з нормальною вгодованістю і морфологічно характеризуються вищими показниками бальної оцінки фізичного стану, довжини тіла та обхвату грудної клітки. Формульний розрахунок маси тіла підтвердив, що у коней з надмірною вагою вищі показники маси тіла порівняно з тваринами з нормальною вгодованістю, проте фактичне зважування показало достовірно більші відмінності, що свідчить про обмеженість формул для визначення ступеня ожиріння. Розподіл жиру підшкірної клітковини мав тенденцію до накопичення у різних анатомічних областях і достовірно змінювався в ділянці крупа (60 мм у дослідній групі проти 47 мм у контрольній) та середньої третини шиї (14 мм у дослідній групі проти 10 мм у контрольній), що вказує на важливість моніторингу цих областей для діагностики ожиріння. **Висновки.** Для початкового визначення підвищеної маси тіла у коней можна застосовувати методи оцінювання фізичного стану та формуль-

ну оцінку, проте ці методи не дають можливості встановити ступінь ожиріння. Для визначення ожиріння у коней рекомендується проводити ультразвукову візуалізацію підшкірної клітковини в ділянці крупа, холки та середньої третини шиї.

Ключові слова: метаболічний синдром, морфометричні показники, ультразвукова діагностика.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202410-05>

Однією з найактуальніших проблем у ветеринарній медицині є профілактика та лікування внутрішніх хвороб, оскільки вони можуть суттєво впливати на продуктивність, здоров'я та благополуччя тварин. Порушення умов годівлі та утримання коней призводить до розвитку ожиріння, яке, за даними різних дослідників, спостерігається у 20–45% особин популяції коней залежно від їх породи та місця утримання [1, 2]. До того ж частина випадків ожиріння залишається непоміченою власниками тварин. Загалом ожиріння є результатом насамперед надмірного споживання корму порівняно з витратами енергії [3, 4]. Причинами його виникнення також можуть бути незбалансована годівля, відсутність моціону та генетична схильність у деяких порід коней. Ожиріння супроводжується накопиченням надлишкової жирової тканини, що може стати причиною різноманітних метаболічних і фізіологічних порушень.

Важливим аспектом проблеми є те, що ожиріння часто залишається непоміченим до моменту, коли тварина вже має значні проблеми зі здоров'ям. Основні внутрішні хвороби, які можуть розвинутися внаслідок ожиріння, — це метаболічний синдром, цукровий діабет, інсулінорезистентність, порушення роботи серцево-судинної системи, а також захворювання шлунково-кишкового тракту. Крім того, ожиріння часто спричиняє додаткове навантаження на опорно-руховий апарат коней, що призводить до розвитку ламініту та інших захворювань [5].

Ожиріння у коней діагностується із застосуванням низки методів. Одним із найпоширеніших серед них вважається оцінювання фізичного стану (Body

Condition Scoring, BCS) [6, 7]. Цей метод базується на візуальній оцінці та пальпації певних ділянок тіла коня, зокрема шиї, холки, грудної клітини, поперекової ділянки, області біля хвоста. Існують різні шкали BCS, та найпоширенішою є дев'ятибальна, де 1 бал відповідає дуже худому коню, а 9 балів — надто ожирілому [8]. Щоправда, цей метод має низку недоліків, серед яких — суб'єктивність оцінювання під час огляду і пальпації стану волосяного покриву та нерівномірності розповсюдження жирових відкладень за таких патологій, як метаболічний синдром, гормональні порушення, порушення обміну речовин тощо [9].

Для оцінювання маси тіла застосовують проміри із подальшим розрахунком за формулами, що базуються переважно на таких параметрах, як висота в холці, обхват грудей, коса довжина тулуба, обхват п'ястка. Деякі формули враховують навіть конституцію коня, його продуктивний напрям, фізіологічний стан. Основний недолік цього методу полягає в тому, що він дає змогу визначати масу тіла тварини без розподілу на жирову та м'язову тканину, що є досить суттєвим обмеженням точності оцінки ожиріння [10]. Спроби вивести формули для визначення індексу маси тіла коня за аналогією до того, як це робиться для людини або дрібної домашньої тварини, не дали позитивних та достовірних кореляційних показників із масою через значні коливання маси тіла і об'єму, оскільки, на думку авторів праці [11], на цей показник суттєво впливає товстий кишківник коня.

Отримати точніші дані про розподіл жирової тканини дає змогу ультразвукова діагностика. За допомогою ультразвукових

хвиль можна виміряти товщину підшкірного жиру в різних ділянках тіла, однак цей метод є дорожчим порівняно з іншими та потребує спеціального обладнання і кваліфікованого персоналу. Завдяки своїм експлуатаційним характеристикам ультразвукографія в режимі реального часу широко використовується в діагностиці захворювань та для визначення запасів жиру в організмі сільськогосподарських тварин. УЗД має кілька переваг: забезпечує добру просторову розподільну здатність, гарно переноситься тваринами та легко виконується в польових умовах на тваринах, що стоять. Однак отримані під час маніпуляцій зображення потребують інтерпретації, особливо коли межі між тканинами не є очевидними. Це обмежує точність вимірювань, насамперед у тварин з тонкими шарами підшкірного жиру, оскільки товщина шкіри збільшує величину похибки [12, 13].

Мета досліджень — провести порівняльну оцінку різних фізичних методів діагностики ожиріння у коней та визначити доцільність і можливість їх застосування у практичній ветеринарній медицині.

Матеріали і методи досліджень. Для досліджень було відібрано 20 коней, що утримувались у кінно-спортивному комплексі Державного біотехнологічного університету, а також у приватних господарствах Харківської області: 12 гол. самців та самок української верхової породи, 2 гол. ваговозів та 6 гол. метисів. Коней було розділено на дві рівні групи. До першої увійшли тварини без клінічних ознак ожиріння, до другої — тварини з візуальними ознаками надлишкової маси тіла.

Загальне клінічне обстеження тварин проводили за загальноприйнятими методиками. Оцінювання фізичного стану (Body Condition Scoring, BCS) здійснювали відповідно до рекомендацій Хеннеке [1] двома незалежними фахівцями ветеринарної медицини. За допомогою мірної стрічки фірми KERBL (Німеччина) визначали морфометричні показники: BW (body weight) — масу тіла, HW (withers height) — висоту в холці, GC (girth circumference) — обхват грудини, BL

(body length) — довжину тіла, CC (carpus circumference) — обхват зап'ястка. Масу тіла розраховували за формулами Мілнера і Хьюїтта [14], Енсмінгера [15] та INRA (Institut national de la recherche agronomique) [16]. Ультразвукове дослідження товщини підшкірного жиру в коней проводили за допомогою апарата SonoScape X5 (Китай) з мікроконвексним датчиком із частотою 4,2–7,1 МГц у В-режимі (2D). Місце контакту датчика зі шкірою вибривали та обробляли 70% етиловим спиртом, після чого наносили гель для ультразвукового дослідження. Для точного визначення місця розміщення жиру його товщину вимірювали в шести різних ділянках тіла, як-от: область ліктьового бугра, середина грудної клітки, крипа, ділянка попереку, холка, середня третина шиї.

Під час виконання експериментальних досліджень усі маніпуляції з кінями проводили з дотриманням основних принципів біоетики: Статті 26 Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» [17], Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей [18] та документа «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах», ухваленого Першим національним конгресом з біоетики [19]. Статистичний аналіз даних виконали за допомогою програми Minitab 19; у таблицях використовували непараметричні показники — медіану, квартилі Q1 та Q3; достовірну різницю між групами встановлювали на основі розрахунку критерію Манна-Уїтні ($*p \leq 0,05$), кореляційні зв'язки оцінювали за критерієм Спірмена.

Результати досліджень. На першому етапі досліджень було проведено оцінювання фізичного стану коней і за його результатами сформовано дві групи тварин: контрольну, до якої увійшли коні із нормальною вгодованістю, та дослідну, до якої увійшли коні із надмірною масою тіла. Морфометричні виміри тварин здійснювали за основними показниками екстер'єру (табл. 1).

Порівняння отриманих даних показало, що коні з ожирінням мають вищі

1. Морфометричні показники коней, см

Показник	BCS, балів	HW, см	BL, см	GC, см	CC, см
<i>Контрольна група</i>					
Медіана	6	165	164	185	20,5
Q1	5	161,5	163,5	179	20
Q3	6	166,5	169,0	186	21
<i>Дослідна група</i>					
Медіана	8*	163	170	188	20,5
Q1	7	155	166,5	182,5	20
Q3	8,5	165	171,5	196,5	21

* $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою.

значення медіани для BCS ($p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою), BL та GC, ніж тварини з нормальною вгодованістю. Це свідчить про більші розміри тіл таких коней. Значення параметрів HW і CC не вказують на значні відмінності між групами та не залежать від маси тіла. Ці результати можуть свідчити про взаємозв'язок між ожирінням та фізичними характеристиками коней, зокрема вказувати на те, що ожиріння може супроводжуватися збільшенням розмірів тіла, але не приводить до змін висоти в холці або обхвату п'ястка. Тому в подальших дослідженнях саме останні показники можна використовувати для розробки формули оцінювання маси тіла.

У табл. 2. наведено масу тіла тварин, яку розраховували за допомогою класичних формул Мілнера, Енсмінгера та

INRA. Результати розрахунку порівнюються із фактичною масою тіла тварин.

Встановлено, що для коней із ожирінням характерні вищі показники маси тіла порівняно з тваринами, що мали нормальну вгодованість. Так, у разі використання для розрахунків формули Мілнера коні з ожирінням мають вищу медіану (498,3 кг проти 471,7 кг) та ширший діапазон кватилів, що вказує на більшу варіативність маси тіла тварин цієї групи. За використання формули Енсмінгера, знову ж таки, коні з ожирінням мають вищу медіану (548,3 кг проти 519,0 кг) та значно більшу верхню межу кватилів (614,1 кг проти 538,2 кг), що свідчить про тенденцію до значно більшої маси тіла. В результаті використання формули, запропонованої INRA, також було підтверджено вищу масу тіла у коней з ожирінням (медіана 515,4 кг проти 504,2 кг) з більшим діапазоном значень Q1 та Q3. Фактичні дані свідчать про вищу медіану маси тіла у коней з ожирінням (520 кг проти 480 кг) і помітно ширший діапазон кватилів (490–580 кг у дослідній групі порівняно з 470–505 кг у контрольній).

У разі формульної оцінки достовірної різниці між групами не встановлено, тоді як фактичне зважування показало достовірну різницю, що свідчить про неможливість формульного розрахунку жиру підшкірної клітковини.

Для визначення ступеня ожиріння у коней використовували ультразвукове

2. Фактична та розрахункова маса тіла коней, кг

Розрахункові результати	Формули			Фактична маса тіла
	Мілнера	Енсмінгера	INRA	
<i>Контрольна група</i>				
Медіана	471,7	519,0	504,2	480
Q1	452,2	497,6	482,7	470
Q3	489,1	538,2	511,1	505
<i>Дослідна група</i>				
Медіана	498,3	548,3	515,4	520*
Q1	475,8	523,6	482,8	490
Q3	558,1	614,1	535,5	580

* $p \leq 0,05$ порівняно з контрольною групою.

3. Товщина жиру підшкірної клітковини в різних ділянках тіла коней, мм

Точка виміру	Ліктьовий бугор	Грудна клітка	Круп	Поперекова ділянка	Холка	Середня третина шиї
<i>Контрольна група</i>						
Медіана	26	17	47	35	10	10
Q1	23,5	11,5	43,5	25	7,5	8,9
Q3	30,5	18,5	53,5	35,8	13	13,3
<i>Дослідна група</i>						
Медіана	24,6	18	60*	31	17*	14**
Q1	20	15,8	55	27,5	13,9	12,4
Q3	36,5	19,1	67,1	37,5	27,8	18,5

*p ≤ 0,05 порівняно з контрольною групою.

дослідження підшкірної клітковини в різних частинах тіла (табл. 3; рис. 1).

Аналізуючи дані табл. 3, можна відзначити кілька важливих тенденцій і відмінностей між тваринами контрольної та дослідної груп. Так, товщина жиру в області ліктьового бугра за показником медіани у коней з ожирінням трохи менша — 24,6 мм проти 26 мм у нормально вгодованих тварин, але верхня межа кватилів значно вища — 36,5 мм проти 30,5 мм, що вказує на більшу варіативність у цій групі. В області грудної клітки значення медіани майже однакові: 17 мм для контрольної групи і 18 мм для дослідної. В області крупа значне достовірне (*p ≤ 0,05) збільшення медіани у коней дослідної групи — 60 мм проти 47 мм у контрольній групі — та високі значення кватилів — від 55 мм до 67,1 мм — свідчать про більші розміри крупа. В поперековій ділянці спостерігали незначне зниження медіани у коней з ожирінням — 31 мм проти 35 мм у нормально вгодованих тварин, але верхня кватиль мала трохи вищі значення — 37,5 мм проти 35,8 мм, що вказує на більшу варіативність цього показника у тварин з ожирінням.

Найдостовірніші дані було отримано під час дослідження товщини жиру в середній третині шиї. Медіана для коней з ожирінням — 14 мм проти 10 мм у нормально вгодованих — та високі значення кватилів — від 12,4 мм до 18,5 мм — вказують на значні розміри цієї ділянки

у коней з ожирінням. Слід зазначити, що формування гребінчастої шиї є типовим для порід, схильних до метаболічного синдрому, включаючи поні, і вказує на порушення обміну інсуліну. Фіджеральд зі співавторами [20] запропонували для коней з метаболічним синдромом та ожирінням виконувати бальну оцінку стану ділянки шиї. Це досить ефективний спосіб у разі застосування досвідченими оцінювачами, але він може бути недостатньо точним, якщо ним користуватимуться неспеціалісти.

Спинна область шиї коней, обмежена потиличною зв'язкою, є одним із тих анатомічних місць, де найчастіше відкладається жир. Слід зазначити, що відкладення жиру в області шиї пов'язане з інсулінорезистентністю та підвищеним

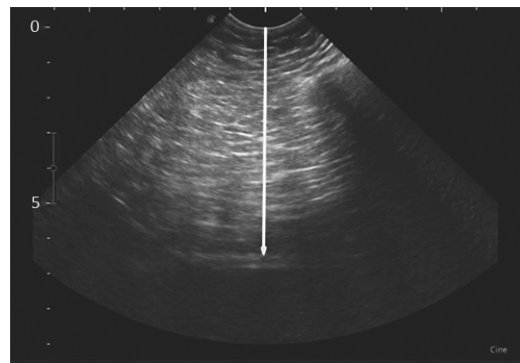


Рис. 1. Ультразвуковий скан: візуалізується гіперехогенна структура (відмічено стрілкою) від зони шкіри (контакт датчика) до зони поверхневої фасції скелетного м'яза

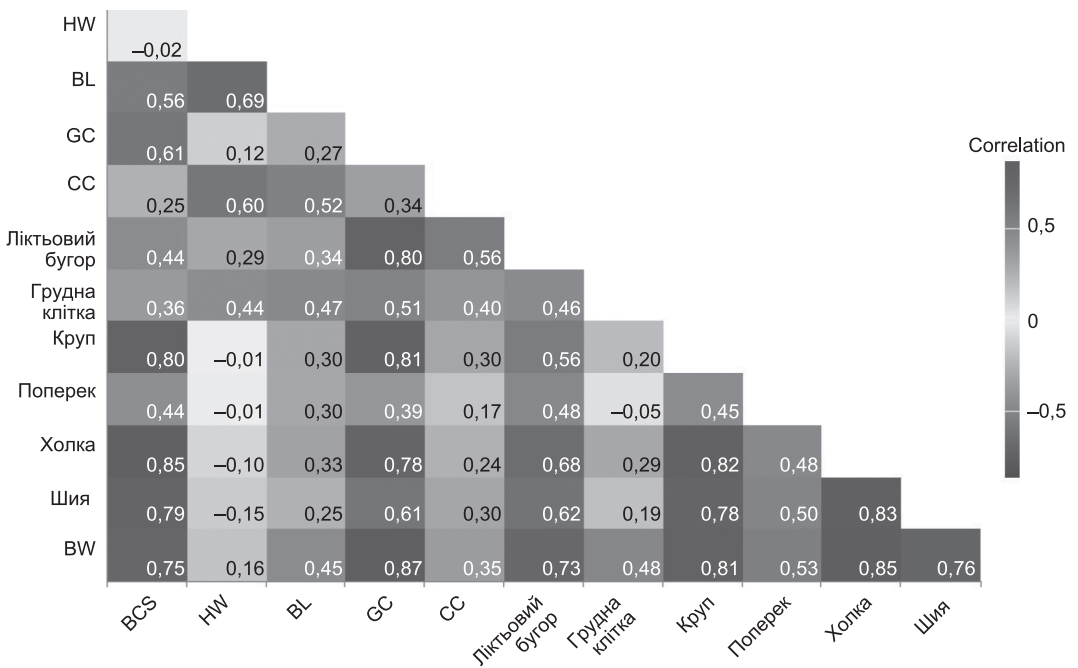


Рис. 2. Кореляційні зв'язки у коней з ожирінням (n=18)

ризиком ламініту і вважається фенотиповим показником метаболічного синдрому.

Загалом отримані дані свідчать про те, що для коней з ожирінням характерним є накопичення підшкірного жиру майже в усіх досліджених анатомічних областях, проте найбільше його в області крупа, холки та середньої третини шії. Це може бути пов'язано з накопиченням жирової тканини та загальним збільшенням розмірів тіла, що властиво для коней на початку розвитку ожиріння.

Для об'єктивізації взаємозв'язків між різними морфометричними показниками та показниками товщини жиру підшкірної клітковини визначали кореляційні зв'язки. Як видно з результатів корелограми (рис. 2), показник фізичного стану тіла (BCS) мав високу позитивну достовірну кореляцію з відкладенням жиру в області холки ($r = 0,85$), крупа ($r = 0,80$) і середньої третини шії ($r = 0,79$), а середню позитивну достовірну кореляцію — з обхватом груднини та довжиною тулуба ($r = 0,61$ та $r = 0,56$ відповідно). Показник

висоти в холці мав найменшу кількість кореляцій з іншими досліджуваними показниками і був достовірно позитивним лише з довжиною тулуба ($r = 0,69$) та обхватом п'ястка ($r = 0,60$), що свідчить про незначну цінність цього показника для діагностики ожиріння, як і показника довжини тулуба, що мав лише середню позитивну кореляцію із обхватом п'ястка ($r = 0,52$) та обхватом грудної клітки ($r = 0,47$).

Обхват грудної клітки мав високу кореляцію з масою тіла ($r = 0,87$) та товщиною жиру в підшкірній клітковині в області ліктьового бугра ($r = 0,80$), крупа ($r = 0,81$), холки ($r = 0,78$) та середньої третини шії ($r = 0,61$). Отже, спираючись на дані кореляційних зв'язків, можна стверджувати, що відкладення жиру в різних ділянках тіла мають достовірну позитивну кореляцію між собою. Це дає змогу в подальшому зменшити кількість точок досліджень до трьох (у ділянці крупа, холки та середньої третини шії), а інші показники розраховувати за допомогою рівнянь лінійної регресії.

Висновки

Встановлено, що коні з ожирінням мають більші розміри тіла порівняно з тваринами з нормальною вгодованістю і морфологічно характеризуються вищими показниками бальної оцінки фізичного стану, довжини тіла та обхвату грудної клітки. Формульний розрахунок маси тіла підтвердив, що коні з надмірною вагою мають вищі показники маси тіла порівняно з тваринами з нормальною вагою, проте фактичне зважування показало

достовірно більші відмінності, що свідчить про обмеженість використаних формул. Розподіл жиру підшкірної клітковини мав тенденцію до накопичення в різних анатомічних областях, і достовірно змінювався в ділянці крупа (60 мм у дослідній групі проти 47 мм у контрольній) та середньої третини шиї (14 мм у дослідній групі проти 10 мм у контрольній), що вказує на важливість моніторингу цих областей для діагностики ожиріння.

Borovkov S.¹, Paliy A.², Borovkova V.³, Kryvoruchenko D.⁴, Shchepetilnikov Yu.⁵

^{1, 2} National Scientific Center «Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine», 83 Pushkinska Str., Kharkiv, 61023, Ukraine; ³⁻⁵ State Biotechnological University, 44 Alchevskykh Str., Kharkiv, 61002, Ukraine; e-mail: ¹Serg_b78@ukr.net, ²paliy.dok@gmail.com, ³Vika_borovkova@ukr.net, ⁴denys.kryvoruchenko@gmail.com, ⁵3057661@gmail.com; ORCID: ¹0000-0003-3021-2410, ²0000-0002-9193-3548, ³0000-0002-3422-9394, ⁴0000-0002-2044-8019, ⁵0000-0001-7275-0079

Comparative assessment of methods for diagnosing obesity in horses

Goal. To diagnose obesity in horses using various physical methods and to determine the possibility of using these methods in practical veterinary medicine. **Methods.** A general clinical examination was performed according to standard methods. The physical condition of the horses was evaluated according to Henneck's recommendations by two independent specialists. Morphometric indicators were determined with a measuring tape KERBL (Germany). Body mass was calculated according to the formulas of Milner and Hewitt, Ensminger, and INRA. Ultrasound examination of the thickness of subcutaneous fat was performed with a SonoScape X5 device (China). Statistical analysis of data was carried out using the Minitab 19 program. Non-parametric indicators were used: median and quartiles of Q1 and Q3; the reliability

of the difference between groups was assessed by the Mann-Whitney criterion ($*p \leq 0.05$), correlations — by the Spearman criterion. **Results.** It was established that obese horses had larger body sizes compared to animals with normal fattening and were morphologically characterized by higher scores of physical condition, body length, and chest girth. Formula calculation of body weight confirmed that overweight horses had higher body weight indicators compared to animals with normal fattening, but actual weighing showed significantly greater differences, indicating the limitations of formulas for determining the degree of obesity. The distribution of subcutaneous fat tended to accumulate in different anatomical regions and significantly varied in the croup (60 mm in the experimental group vs. 47 mm in the control group) and the middle third of the neck (14 mm in the experimental group vs. 10 mm in the control group), indicating the importance of monitoring these areas for the diagnosis of obesity. **Conclusions.** For the initial determination of increased body weight in horses, methods of physical condition assessment and formula assessment can be used, but these methods do not provide an opportunity to establish the degree of obesity. To determine obesity in horses, it is recommended to perform ultrasound imaging of the subcutaneous tissue in the croup, crest, and middle third of the neck.

Key words: metabolic syndrome, morphometric indicators, ultrasound diagnostics.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202410-05>

Бібліографія

1. Henneke D.R., Potter G.D., Kreider J.L., Yeates B.F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet J.* 1983. V. 15(4). P. 371–372. doi: 10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x

2. Нєдзведзь А., Максимович І.А., Гутий Б.В. та ін. Метаболічний синдром у коней. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2022. Вип. 1. С. 194–200. doi: 10.31210/visnyk2022.01.25

3. Giles S.L., Rands S.A., Nicol C.J., Harris P.A. Obesity prevalence and associated risk factors in outdoor living domestic horses and ponies. *Peer J*. 2014. V. 2. P. e299. doi: 10.7717/peerj.299
4. Боровков С.Б., Тимошенко О.П., Боровкова В.М. Стан компонентів сполучної тканини у коней за ожиріння. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Вип. 26. № 4. С. 126–130. doi: 10.31210/spi2023.26.04.22
5. Harris P.A., Bamford N.J., Bailey S.R. Equine metabolic syndrome: evolution of understanding over two decades: a personal perspective. *Animal Production Science*. 2020. V. 60. P. 2103–2110. doi: 10.1071/AN19386
6. Catalano D.N., Coleman R.J., Hathaway M.R. et al. Estimation of actual and ideal bodyweight using morphometric measurements and owner guessed bodyweight of adult draft and warmblood horses. *J. of Equine Veterinary Science*. 2016. V. 39. P. 38–43. doi: 10.1016/j.jevs.2015.09.002
7. DeLano K., McIntosh B., Kaufman K., Harris P. Evaluation of body condition index in comparison with body condition score in horses and ponies. *J. of Animal Science*. 2017. V. 95. P. 33–34. doi: 10.2527/ajasann.2017.067
8. Martinson K.L., Coleman R.C., Rendahl A.K. et al. Estimation of body weight and development of a body weight score for adult equids using morphometric measurements. *J. of Animal Science*. 2014. V. 92(5). P. 2230–2238. doi: 10.2527/jas.2013-6689
9. Ragno V.M., Klein C.D., Sereda N.S. et al. Morphometric, metabolic, and inflammatory markers across a cohort of client-owned horses and ponies on the insulin dysregulation spectrum. *J. of Equine Veterinary Science*. 2021. V. 105. P. 103715. doi: 10.1016/j.jevs.2021.103715
10. Wagner E.L., Tyler P.J. A comparison of weight estimation methods in adult horses. *J. of Equine Veterinary Science*. 2011. V. 31(12). P. 706–710. doi: 10.1016/j.jevs.2011.05.002
11. Jensen R.B., Danielsen S.H., Tauson A.H. Body condition score, morphometric measurements and estimation of body weight in mature Icelandic horses in Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2016. V. 58. P. 19–23. doi: 10.1186/s13028-016-0240-5
12. Martin-Gimenez T., de Blas I., Aguilera-Tejero E. et al. Endocrine, morphometric, and ultrasonographic characterization of neck adiposity in Andalusian horses. *Domestic Animal Endocrinology*. 2016. V. 56. P. 57–62. doi: 10.1016/j.domaniend.2016.02.003
13. Giles S.L., Nicol C.J., Rands S.A., Harris P.A. Assessing the seasonal prevalence and risk factors for nuchal crest adiposity in domestic horses and ponies using the Cresty Neck Score. *BMC Veterinary Research*. 2015. V. 11. P. 1–9. doi: 10.1186/s12917-015-0327-7
14. Hintz H. How much does that horse weigh. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2002. 22. P. 362. doi: 10.1016/S0737-0806(02)70008-7
15. Górniak W., Wieliczko M., Soroko M., Korczyński M. Evaluation of the Accuracy of Horse Body Weight Estimation Methods. *Animals an Open Access Journal from MDPI*. 2020. 10. doi: 10.3390/ani10101750
16. Čoudková V., Sachello V., Štěrbová H. et al. Bodyweight Estimation From Linear Measures of Growing Warmblood Horses by a Formula. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2016. 36. P. 63–68. doi: 10.1016/J.JEVS.2015.09.010
17. Закон України від 21.02.2006 № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження». *Вісник Верховної Ради України*. 2006. № 27. С. 230. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text>
18. *European convention for the protection of vertebrate animals used for research and other scientific purposes*. 1986. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text
19. Процедура проведення наукових досліджень та експериментів на тваринах науковими установами. *Офіційний вісник України*. 2012. № 24. С. 82. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/z0416-12>
20. Fitzgerald D., Anderson S., Sillence M., Laa M. The cresty neck score is an independent predictor of insulin dysregulation in ponies. *PLoS ONE*. 2019. 14. doi: 10.1371/journal.pone.0220203