

6. ІМУНОЛОГІЯ ТА ПАТОЛОГІЯ

УДК 619:616.379-008.64-074:636.1

DOI [10.36016/VM-2024-110-32](https://doi.org/10.36016/VM-2024-110-32)

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ ІНСУЛІНОРЕЗИСТЕНТНОСТІ У КОНЕЙ

Боровков С. Б.*Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків, Україна, e-mail: serg_b78@ukr.net*

Діагностика метаболічного синдрому коней займає важливе місце в роботах багатьох фахівців, особливо в останні роки. Основним фактором ризику розвитку метаболічного синдрому є порушення функцій інсуліну, що призводить, з одного боку, до розвитку інсулінорезистентності, а з іншого — гіперінсулінемію. Стаття присвячена актуальній проблемі діагностики інсулінорезистентності у коней. Сучасна діагностика метаболічного синдрому коней базується як на клінічному обстеженні тварин, даних анамнезу, так і особливо на лабораторних тестах, котрі оцінюють як різні аспекти інсулінорезистентності, так і інші метаболічні порушення, наприклад гіпералікемію. Основні методи лабораторної діагностики включають внутрішньовенні та оральні динамічні тести на толерантність до глюкози, що дозволяє оцінити реакцію інсуліну на введення вуглеводних компонентів в організм тварин та реакцію на них з боку гормональної системи [3]. Метою дослідження було встановити можливість модифікації орального тесту на толерантність до глюкози із використанням вітчизняного інверторного сиропу ІГ-42 для діагностики інсулінорезистентності у коней. У статті детально описані матеріали і методи дослідження, результати тесту проведеного на конях. Можна зазначити, що використання модифікованого орального тесту на толерантність до глюкози може бути застосовано в практичній ветеринарній медицині для діагностики інсулінорезистентності у коней

Ключові слова: метаболізм, глюкоза, інсулін, ожиріння, метаболічний синдром

Метаболічний синдром коней (МСК) — це комплекс метаболічних порушень, які характеризуються резистентністю до інсуліну, надмірним накопиченням жирової тканини, особливо в області шиї, і схильністю до розвитку ламініту [1, 2]. Цей стан у коней подібний до метаболічного синдрому у людей [3]. Основними ознаками метаболічного синдрому коней є:

- резистентність до інсуліну — клітини організму недостатньо реагують на інсулін, що призводить до порушення регуляції рівня глюкози в крові;
- загальне ожиріння або регіональне відкладення жиру, особливо в області шиї, з помітною жировою складкою і формуванням так званого «гребеня»;
- схильність до ламініту — метаболічні порушення можуть призводити до порушення кровообігу в кератиноцитах копитної стінки, що викликає болісне запалення ламінарної тканини копит [4].

Діагноз на метаболічний синдром зазвичай ставиться на основі даних анамнезу, клінічних ознак і лабораторних тестів, таких як рівень інсуліну і глюкози в крові. Важливими методами діагностики є тести, що оцінюють різні аспекти інсулінової дисрегуляції, включаючи оральний тест на толерантність до цукру або вмісту глюкози, які дозволяють оцінити реакцію інсуліну на різні вуглеводи [5]. Інші тести, такі як комбінований тест на глюкозу–інсулін (КТГІ), також використовуються для оцінки чутливості до інсуліну [6]. Ці методи стають все більш рекомендованими у клінічній практиці практичної ветеринарної медицини для оцінки метаболічного синдрому.

Методика визначення оцінки вгодованості у коней є важливим інструментом для оцінки фізичного стану тварин, що може мати велике значення при діагностиці та контролі за лікуванням метаболічного синдрому.

Оцінка фізичного стану є оцінюванням пропорції жирової тканини в тілі тварини, яке може бути використана для визначення загального стану здоров'я коня. Ветеринарні фахівці зазвичай

використовують шкалу від 1 до 9, де 1 вказує на дуже худий стан, а 9 — на надмірну вгодованість або ожиріння. Визначення фізичного стану включає огляд і пальпацію різних частин тіла коня, таких як ребра, плечі, область спини та хвоста, щоб оцінити рівень жирових відкладень [7].

Відповідна оцінка фізіологічного стану є важливою для своєчасного виявлення коней з надмірною вгодованістю, що є одним з факторів ризику розвитку метаболічного синдрому. Коні з високими оцінками фізіологічного стану можуть мати підвищену чутливість до інсуліну, що призводить до гіперінсулінемії та ризику ламініту [8].

Загалом, методика визначення фізичного стану коня є невід'ємною частиною комплексного підходу до діагностики, лікування і профілактики метаболічних порушень у коней, що дозволяє раннє виявлення та профілактику потенційно небезпечних станів, таких як ламініт.

Комбінований глюкозо-інсуліновий тест (КТГІ) є важливим методом для оцінки інсулінової резистентності у коней, що може бути особливо корисним при діагностиці метаболічного синдрому. КТГІ дозволяє отримати інформацію про те, наскільки ефективно тканини організму коня реагують на інсулін, що є ключовим компонентом в оцінці інсулінової дисрегуляції, характерної для цього патологічного стану [9].

Методика виконання КТГІ включає внутрішньовенне введення глюкози, після чого негайно вводиться певна доза інсуліну. Потім протягом визначеного часу відбираються зразки крові для вимірювання концентрацій глюкози та інсуліну. Зазвичай зразки беруться кожні кілька хвилин протягом першої години, а потім через певні інтервали до двох годин після введення. Підвищення концентрації глюкози та її повернення до базового рівня використовується для оцінки чутливості тканин до інсуліну [6].

Використання КТГІ є важливим для виявлення інсулінорезистентності у коней, що може призвести до гіперінсулінемії та підвищеного ризику розвитку ламініту. З огляду на те, що інсулінова дисрегуляція є центральним механізмом метаболічного синдрому, своєчасне виявлення цього стану дозволяє ефективно управляти ризиками, пов'язаними з ламінітом. Це може включати зміни в дієті та фізичній активності, спрямовані на покращення чутливості до інсуліну та зменшення ожиріння [10].

Інсулін-модифікований внутрішньовенний тест толерантності до глюкози (ІМВТТГ) у коней дозволяє виявляти як інсулінову резистентність, так і гіперінсулінемію, що є ключовими факторами ризику розвитку ламініту у коней [11].

Методика виконання ІМВТТГ у коней включає кілька етапів. Спочатку вводиться внутрішньовенна доза глюкози, яка викликає підвищення рівня глюкози в крові. Це дозволяє оцінити, як організм коня справляється з підвищеним рівнем глюкози. Через певний час після введення глюкози додається доза інсуліну, щоб змодельювати фізіологічну відповідь на підвищення глюкози. Протягом тесту проводяться регулярні відбори проб крові для вимірювання концентрацій глюкози та інсуліну. Ці дані дозволяють оцінити, як швидко глюкоза зникає з кровотоку, що є індикатором чутливості тканин до інсуліну. Таким чином, ІМВТТГ дозволяє не тільки виміряти інсулінову резистентність, але й оцінити загальну динаміку обміну глюкози в організмі [12, 13].

Оральний тест на цукор у коней є одним з найменш інвазивним методом оцінки інсулінової дисрегуляції, основна мета цього тесту полягає в оцінці реакції інсуліну на споживання дієтичних вуглеводів, що може виявити гіперінсулінемію або інсулінорезистентність у коней [14, 15].

Для виконання орального тесту у коней зазвичай використовують кукурудзяний сироп або інші цукровмісні сполуки, які містять високий вміст цукру, щоб стимулювати вироблення інсуліну. У дослідженнях коням вводять 0,15 мл/кг маси тіла кукурудзяного сиропу перорально після голодування протягом приблизно 8 годин. Це дозволяє оцінити, як організм реагує на швидке підвищення рівня глюкози в крові, що викликане введенням цукру.

Актуальність роботи. Сучасні підходи до діагностики метаболічного синдрому включають використання скринінгових тестів, що базуються на визначенні концентрації інсуліну натще. Однак рівень інсуліну та глюкози в сироватці крові може залежати від численних чинників, таких як час взяття зразка, стресу, медикаментозного лікування (наприклад, α 2-агоністи, кортикостероїди) та годівлі, що може знижувати кореляцію цих показників з інсуліновою чутливістю [13, 14]. Крім того, у коней з інсулінорезистентністю зрідка може виникнути

недостатня компенсаторна секреція інсуліну або діабет 2-го типу, які не завжди можна виявити за допомогою скринінгових тестів [9]. Також, показники інсулінової чутливості можна розрахувати на основі концентрацій глюкози та інсуліну, і вони показали високий рівень специфічності, але низьку чутливість, корелюючи із золотими стандартами для інсулінорезистентності у людей та коней [10]. Золотим стандартом лабораторних тестів на резистентність до інсуліну є інсуліномодифікований внутрішньовенний тест толерантності до глюкози (ІМВТТГ) який надає кількісні дані про динаміку інсуліну та глюкози. У нашому дослідженні для оцінки інсулінової та неінсулінової динаміки глюкози був обраний оральний тест на толерантність до глюкози через його практичність та фізіологічну значущість, хоча деякі дослідження повідомляють про більшу варіативність цього тесту [6]. Незважаючи на це даний тест оцінює гіперінсулінемію та інсулінову дисрегуляцію після прийому глюкози, його активно використовують для визначення інсулінової чутливості у коней та поні [16].

Мета роботи. Провести діагностику інсулінорезистентності коней з використанням орального тесту на толерантність до глюкози та визначити можливість використання глюкозного інверторного сиропу ІГ-42 в якості діагностичного компонента.

Матеріали і методи досліджень. Для дослідження були використані коні різних порід, статі та фізичного стану. Умови годівлі та утримання відповідали фізіологічним потребам тварин. Раціон тварин був збалансованим за основними поживними речовинами, всі тварини мали вільний доступ до води та користувалися вигулом. Усього в дослідженні було використано 18 коней які були розділені на 2 групи за бальною оцінкою фізичного стану, котра була проведена двома незалежними фахівцями ветеринарної медицини. Усіх коней утримували на пасовищі з довірливим доступом до трав'яного сіна без годування концентратом. Коней помістили у стійло ввечері перед тестуванням і дали їм доступ до вільного вибору сіна, трави та води протягом ночі; наступного ранку за 2 години до тестування обмежували доступ до кормів та одягали недоуздок.

Зразки крові був відібраний шляхом прямої яремної венепункції вакуумними системами забору крові до початку дослідження, вміст глюкози визначали портативним глюкометром, а зразки крові депонувалися в пробірках з EDTA для подальших досліджень в контейнері з льодом. Після цього замість світлого кукурудзяного сиропу, в якості замітника ми використовували вітчизняний інверторний сироп ІГ-42, який найбільше підходить за складом, має незначну вартість та приємний смак. Сироп вводили перорально за допомогою дозувального шприца в дозі 0,15 мл/кг маси тіла, яка, за оцінками, містить 150 мг/кг глюкози. Наступні зразки крові відбирали шляхом прямої яремної венепункції через 30, 60, 90 і 120 хвилин після введення сиропу для вимірювання рівня глюкози в крові та концентрації інсуліну в сироватці крові. Дослідження сироватки крові виконували за допомогою фотометричної системи COBAS C 311 (виробник «Roche Diagnostics GmbH», Німеччина) з іон селективними електродами для вивчення клінічних та біохімічних показників сироватки крові. В крові визначали вміст глюкози та інсуліну.

При виконанні експериментальних досліджень приведених в роботі всі маніпуляції з кінями, задіяними в дослідженнях, проводили з урахуванням основних принципів біоетики, відповідно до Статті 26 Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження», Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (1986) та «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (2012).

Статистичний аналіз даних здійснений за допомогою програми Minitab 19, Minitab Inc в пробній безкоштовній версії. За результатами статистичної обробки у таблицях наведені непараметричні показники, такі як: Медіана, квартилі Q1 та Q3; достовірну різницю між групами встановлювали на основі розрахунку критерія Mann Whitney ($p < 0,05$)

Результати роботи. До початку експерименту усі коні були розділені на 2 групи за фізичним станом з використанням бальної оцінки. В першу групу увійшло 9 коней з середньою оцінкою BCS 4,75(4,5–6,5) у той час, як дослідна була сформована із тварин з бальною оцінкою BCS 6,5(5,5–8,0). При цьому слід зазначити, що цей показник не мав достовірної різниці між групами тварин. Середній вік в першій групі склав $10,3 \pm 2,3$ (8–15) роки, а в дослідній $13,5 \pm 2,6$ (10–18) роки. Оцінка здійснюється за допомогою балів від 1 до 9, де 1 — це дуже худий кінь, а 9 — морфологічно надмірно огрядний. Під час оцінювання дослідники звертають увагу на

кілька ключових областей: у здорових коней добре видно обриси хребта, у той час як у худих — він помітніший, а у огрядних — відчувається жировий покрив. У доброму фізичному стані ребра не повинні бути видимими, але їх можна відчути пальцями. У худих коней ребра виступають, а у надмірно огрядних можуть бути зовсім непомітні. Волосяний покрив і якість шерсті також є показником фізичного стану: здоровий кінь має блискучу, еластичну шерсть, в той час як худий має тьмяне та скуйовджене волосся. Також важливо оцінити наявність і інтенсивність жирових відкладень на боках, в області шиї та за вухами. Динаміка вмісту глюкози наведена на рис. 1.

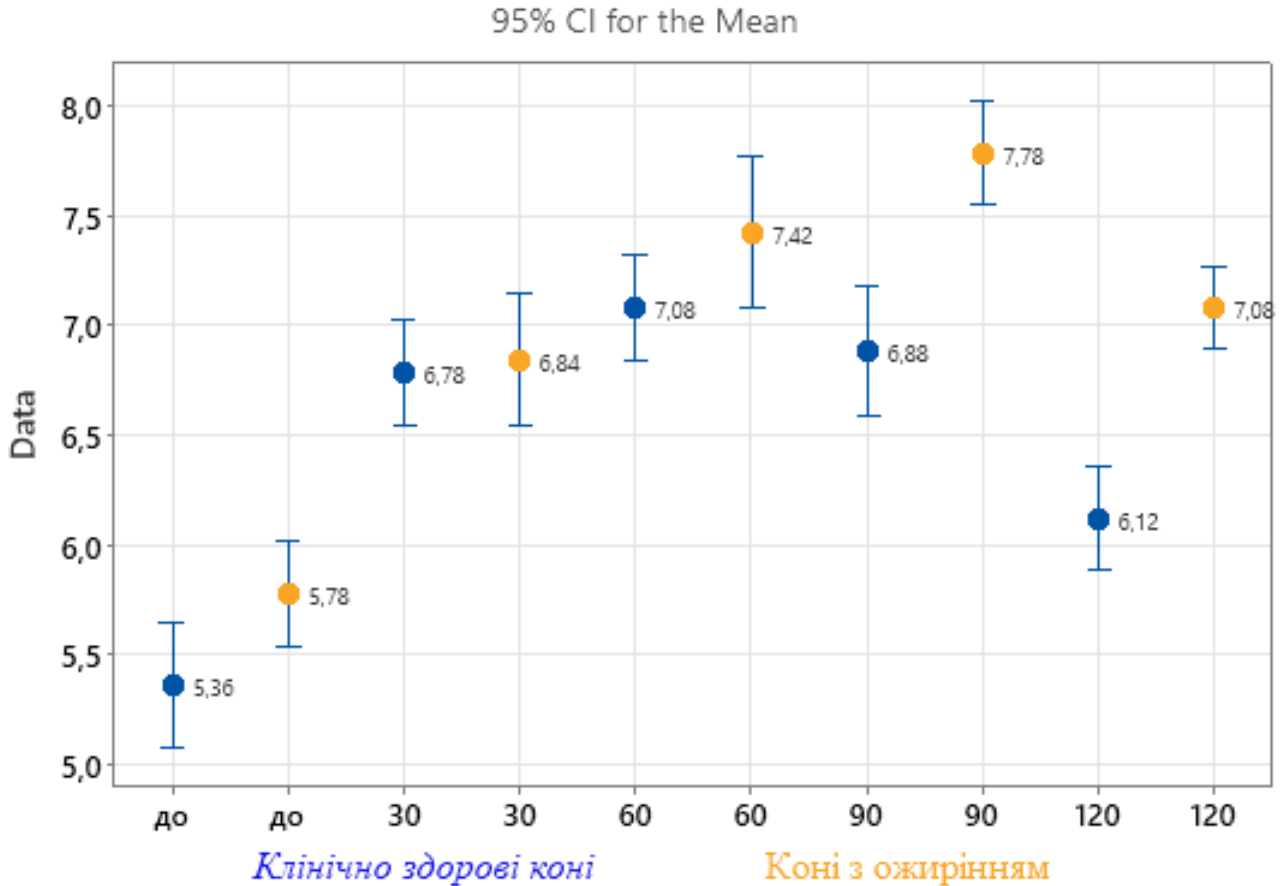


Рис. 1. Динаміка вмісту глюкози (ммоль/л) сироватки крові у коней при проведенні тесту ($M \pm \sigma$).

Цей графік демонструє середні значення з довірчими інтервалами 95 % для двох груп коней: клінічно здорові коні (сині точки) та коні з ожирінням (жовтогарячі точки), де по осі X відображається час досліджень (в хвиликах) а по осі Y концентрація глюкози в крові (ммоль/л).

Так контрольна група коней мала середнє початкове значення вмісту глюкози до експерименту $5,36 \pm 0,23$ ммоль/л, через 30 хв цей показник зріс до значення $6,78 \pm 0,19$, потім збільшується до $7,08 \pm 0,22$ через годину досліджень, в подальшому через 90 хв спостерігається поступове зниження рівня глюкози майже до початкового рівня $6,88 \pm 0,24$ та $6,12 \pm 0,19$ на 120-й хвилині.

У коней з надмірною вагою початкове середнє значення рівня глюкози склало $5,78 \pm 0,19$ ммоль/л. У подальшому цей показник збільшується до $6,84 \pm 0,24$ на позначці 30 хв, досягає $7,42 \pm 0,28$ на 60-й хвилині і досягає максимуму до $7,78 \pm 0,19$ ($p < 0,05$ порівняно із контрольною групою) на 90-й хвилині з подальшим незначним зниженням до $7,08 \pm 0,14$ ($p < 0,05$ порівняно із контрольною групою) на 120-й хвилині.

Динаміка концентрації інсуліну (мкОД/л) представлена на рис. 2.

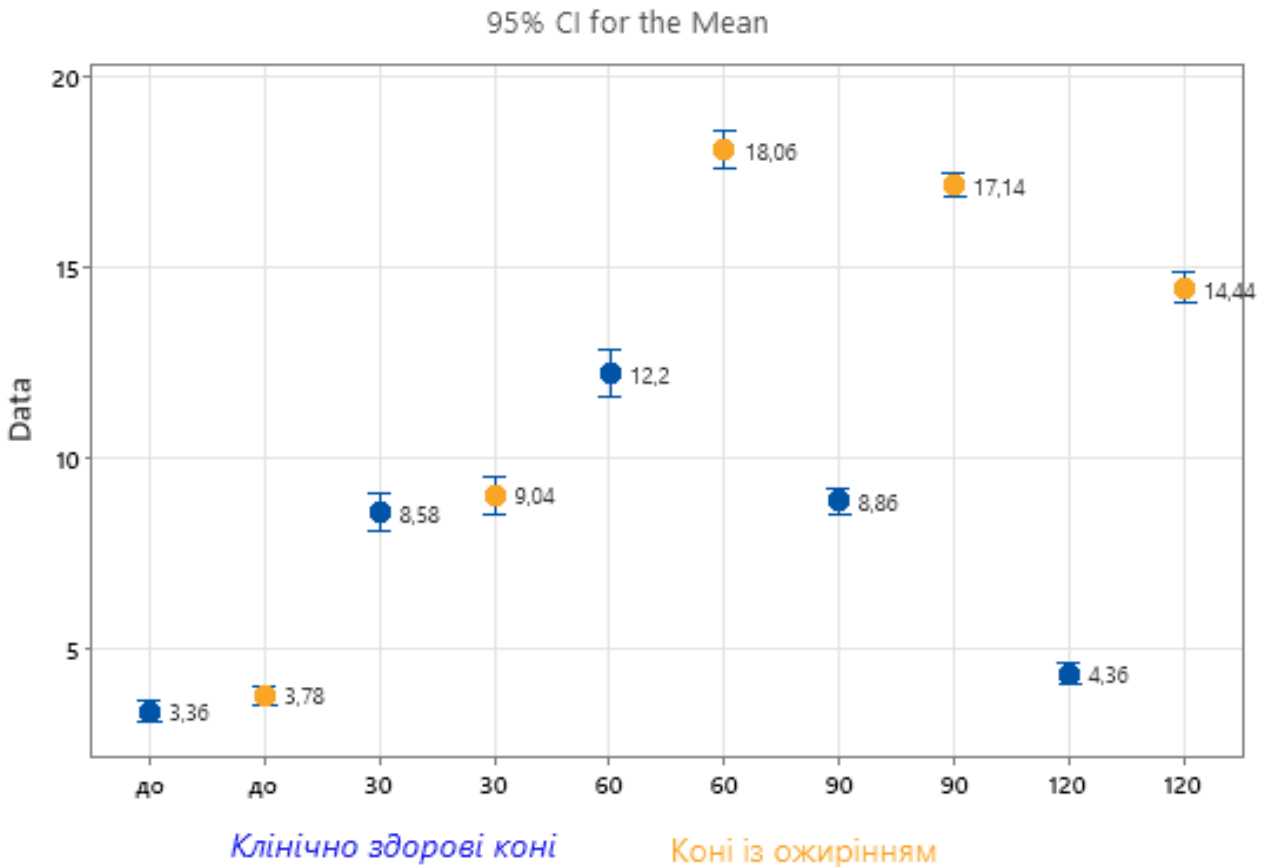


Рис. 2. Динаміка концентрації інсуліну (мкОД/л) сироватки крові у коней при проведенні тесту (M±σ).

Цей графік показує середні значення (Mean) з довірчими інтервалами 95 % (CI) для двох груп коней: клінічно здорові коні (сині точки) та коні з ожирінням (жовтогарячі точки). Вісь X має позначки часу в хвилинах (до, 30, 60, 90, 120), вісь Y показує значення показника концентрації інсуліну.

Так у клінічно здорових коней (сині точки) рівень інсуліну з початку досліджень становив близько 3,36±0,23 мкОД/л, з подальшим підвищенням до рівня 8,58±0,36 на 30-й хвилині часу, та досягає максимуму близько 12,2±0,50 на 60-ту хвилину, і поступово знижується до 8,86±0,27 на 90-ту, а потім до 4,36±0,23 на 120-ту хвилину.

Коні з надмірною вагою (жовтогарячі точки) спочатку мали значення вмісту інсуліну близько 3,78±0,22, яке в подальшому зростало до 9,04±0,40 на 30-й хвилині, та досягало максимуму на рівні 18,06±0,39 (p < 0,05 порівняно із контрольною групою) на 60-й, після чого знижується до 17,14±0,24 (p < 0,05 порівняно із контрольною групою) на 90-й і до рівня 14,44±0,33 (p < 0,05 порівняно із контрольною групою) на 120-й хвилині. Це вказує на підвищену толерантність до глюкози саме у тварин цих груп.

Обговорення результатів. В роботі проведена оцінка можливості використання адаптованого орального тесту на толерантність до глюкози із використанням інверторного сиропу ІГ-42.

Результати нашого дослідження показують, що оральний тест на толерантність до глюкози є достатньо чутливим і забезпечує достатню діагностичну значимість як тест першого вибору для встановлення інсулінорезистентності й може бути корисним для кількісної оцінки гіперінсулінемії та дисрегуляції інсуліну [17]. Також слід зазначити, що проведений нами оральний тест на толерантність до глюкози є достатнім тестом на дисрегуляцію інсуліну, оскільки він є динамічним та імітує фізіологічні умови, за яких пероральне навантаження глюкозою призводить до стимуляції ентероінсулярної осі, що може відігравати важливу роль у зміні реакції інсуліну та глюкози на їжу з високим вмістом неструктурних вуглеводів.

Крім того, його легко виконати клінічно та його проведення не вимагає встановлення внутрішньовенного катетера. Однак слід зазначити, що навіть у групі тварин із надмірною вагою був досить значний ліміт показників рівня глюкози, причинами цієї розбіжності можуть бути індивідуальні відмінності реакції коней на пероральне введення. Тому оральний тест на толерантність до глюкози не може визначити, чи демонструє кінь не адекватну реакцію на інсулін на дієту з високим вмістом неструктурних вуглеводів, тоді як внутрішньовенні та комбіновані тести є більш прямими показниками чутливості тканин до інсуліну [16, 17]. Крім того, було показано, що пікові концентрації інсуліну та глюкози після перорального введення цукру суттєво різняться серед окремих коней, що може вплинути на результати тесту та ускладнити визначення граничного значення. У нашому дослідженні багато коней ніколи не досягали пікових концентрацій інсуліну та глюкози протягом 120-хвилинного часу відбору проб і пікові концентрації не можна було оцінити. Ці значення можуть бути встановлені у подальших порівняльних дослідженнях, щоб збільшити діагностичну значимість орального тесту [18].

Результати нашого дослідження свідчать про те, що необхідні подальші дослідження для порівняння результатів динамічних тестів на дисрегуляцію інсуліну, включаючи визначення діагностичних порогових значень, які максимізують чутливість і специфічність для виявлення дисрегуляції інсуліну. У клінічній практиці хибнонегативні результати можуть у подальшому призвести до діагностичної помилки і як наслідок підвищити ризик розвитку ламініту у коней, у той час як хибнопозитивний результат може призвести до зміни дієти та умов тренування і утримання коней для зниження ваги.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином можна зазначити, що оральний тест на цукор із застосуванням сиропу ІГ-42 може бути використаним у практичних дослідженнях для оцінки стану інсулінорезистентності у коней за результатами оцінки динаміки концентрації глюкози та інсуліну. Перспективами подальших досліджень буде оцінка специфічності і інформативності даного тесту в порівнянні із внутрішньовенними і комбінованими тестами на толерантність до глюкози.

Список літератури

1. Durham A., Frank N., McGowan C., Menzies-Gow N., Roelfsema E., Vervuert I., Feige K., Fey K. ECEIM consensus statement on equine metabolic syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2019. Vol. 33, No 2. P. 345–349. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15423>.
2. Lewis S., Holl H., Streeter C., Posbergh C., Schanbacher B., Place N., Mallicote M., Long M., Brooks S. Genomewide association study reveals a risk locus for equine metabolic syndrome in the Arabian horse. *Journal of Animal Science*. 2017. Vol. 95, No 3. P. 1071–1079. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2016.1221>.
3. Johnson P., Wiedmeyer C., Lacarrubba A., Ganjam V., Messer N. Diabetes, Insulin Resistance, and Metabolic Syndrome in Horses. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2012. Vol. 6. P. 534–540. DOI: <https://doi.org/10.1177/193229681200600307>.
4. Frank N. Equine Metabolic Syndrome. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2009. Vol. 29, No 5. P. 259–267. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JEVS.2009.04.183>.
5. Bamford N., Potter S., Harris P., Bailey S. Breed differences in insulin sensitivity and insulinemic responses to oral glucose in horses and ponies of moderate body condition score. *Domestic animal endocrinology*. 2014. Vol. 47. P. 101–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2013.11.001>.
6. Tóth F., Frank N., Elliott S., Perdue K., Geor R., Boston R. Optimisation of the frequently sampled intravenous glucose tolerance test to reduce urinary glucose spilling in horses. *Equine veterinary journal*. 2009. Vol. 41, No 9. P. 844–851. DOI: <https://doi.org/10.2746/042516409X439661>.
7. Busechian S., Turini L., Sgorbini M., Pieramati C., Pisello L., Orvieto S., Rueca F. Are Horse Owners Able to Estimate Their Animals' Body Condition Score and Cresty Neck Score? *Veterinary Sciences*. 2022. Vol. 9. P. 544. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci9100544>.
8. Argo C. Equine obesity: beyond the equine metabolic syndrome. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2015. Vol. 57. K2. DOI: <https://doi.org/10.1186/1751-0147-57-S1-K2>.
9. Frank N., Elliott S., Brandt L., Keisler D. Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2006. Vol. 228, No 9. P. 1383–1390. DOI: <https://doi.org/10.2460/JAVMA.228.9.1383>.
10. Dunbar L., Mielnicki K., Dembek K., Toribio R., Burns T. Evaluation of Four Diagnostic Tests for Insulin Dysregulation in Adult Light-Breed Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016. Vol. 30. P. 885–891. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.13934>.
11. Kinsella H., Hostnik L., Snyder H., Mazur S., Kamr A., Burns T., Mossbarger J., Toribio R. Comparison of insulin sensitivity between healthy neonatal foals and horses using minimal model analysis. *PLoS ONE*. 2022. Vol. 17. P. e0262584. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262584>.

12. Mendoza F., Aguilera-Aguilera R., Cara C., Toribio R., Estepa J., Perez-Ecija A. Characterization of the intravenous glucose tolerance test and the combined glucose-insulin test in donkeys. *Veterinary Journal*. 2015. Vol. 206, No 3. P. 371–376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.08.015>.
13. Dunbar L., Mielnicki K., Dembek K., Toribio R., Burns T. Evaluation of Four Diagnostic Tests for Insulin Dysregulation in Adult Light-Breed Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2016. Vol. 30. P. 885–891. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.13934>.
14. Lindåse S., Nostell K., Bröjer J. A modified oral sugar test for evaluation of insulin and glucose dynamics in horses. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2015. Vol. 58. P. 64. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0246-z>.
15. Frank N., Walsh D. Repeatability of Oral Sugar Test Results, Glucagon-Like Peptide-1 Measurements, and Serum High-Molecular-Weight Adiponectin Concentrations in Horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2017. Vol. 31. P. 1178–1187. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.14725>.
16. Tóth F., Frank N., Elliott S., Perdue K., Geor R., Boston R. Optimisation of the frequently sampled intravenous glucose tolerance test to reduce urinary glucose spilling in horses. *Equine veterinary journal*. 2009. Vol. 41, No 9. P. 844–851. DOI: <https://doi.org/10.2746/042516409X439661>.
17. Schuver A., Frank N., Chamero K., Elliott S. Assessment of Insulin and Glucose Dynamics by Using an Oral Sugar Test in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2014. Vol. 34. P. 465–470. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JEVS.2013.09.006>.
18. Mendoza F., Buzon-Cuevas A., Toribio R., Perez-Ecija A. Characterisation of the oral glucose and sugar tolerance tests and the enteroinsular axis response in healthy adult donkeys. *Equine Veterinary Journal*. 2021. Vol. 54, No 6. P. 1123–1132. DOI: <https://doi.org/10.1111/evj.13544>.

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR THE DIAGNOSIS OF INSULIN RESISTANCE IN HORSES

Borovkov S. B.

National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine”, Kharkiv, Ukraine

The diagnosis of equine metabolic syndrome has become an essential focus for many specialists, particularly in recent years. The primary risk factor for the development of metabolic syndrome is insulin dysfunction, which leads to both insulin resistance and hyperinsulinemia. This article addresses the pressing issue of diagnosing insulin resistance in horses. Modern diagnosis of equine metabolic syndrome is based on clinical examination, case history, and especially laboratory tests that evaluate various aspects of insulin resistance, along with other metabolic disorders, such as hyperglycemia. The main laboratory diagnostic methods include intravenous and oral dynamic glucose tolerance tests, which help assess insulin response to the introduction of carbohydrate components into the animal's body and the hormonal system's reaction to them [3]. The objective of the study was to explore the possibility of modifying the oral glucose tolerance test by using a domestically produced IG 42 invert syrup for diagnosing insulin resistance in horses. The article provides a detailed description of the research materials and methods, as well as the results of the test conducted on horses. It is noted that the use of the modified oral glucose tolerance test could be applied in practical veterinary medicine for diagnosing insulin resistance in horses. Based on the study results, it was established that the oral sugar test using IG 42 syrup could be employed in practical research to assess insulin resistance in horses by analyzing the dynamics of glucose and insulin concentrations. Future research will focus on evaluating the specificity and informativeness of this test in comparison with intravenous and combined glucose tolerance tests

Keywords: *metabolism, glucose, insulin, obesity, metabolic syndrome*