

DOI: 10.37000/abbsl.2026.118.13

УДК 619.33:612.33–036.24

Казанцев Роман,

доктор філософії з ветеринарної медицини, в. о. старшого дослідника,
Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної
ветеринарної медицини», м. Харків Україна

ORCID ID: 0000-0002-4479-1516

e-mail: trilobite@ukr.net

Слюсаренко Дмитро,

доктор ветеринарних наук, професор, завідувач кафедри ветеринарної хірургії та
репродуктології,

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ORCID ID: 0000-0001-8214-0637

e-mail: slusarenkodmitriy@gmail.com

Заїка Петро,

кандидат ветеринарних наук, доцент, доцент кафедри ветеринарної хірургії та
репродуктології,

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ORCID ID: 0000-0003-0321-4795

e-mail: peter.zaika34@gmail.com

Синяговська Катерина,

кандидатка ветеринарних наук, доцентка, доцентка кафедри ветеринарної
хірургії та репродуктології,

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ORCID ID: 0000-0003-4482-4813

e-mail: max_milos@ukr.net

Криворученко Денис,

доктор філософії з ветеринарної медицини, асистент, асистент кафедри
ветеринарної хірургії та репродуктології,

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2044-8019

e-mail: denys.kryvoruchenko@gmail.com

**ХІРУРГІЧНА СТРАТЕГІЯ ЗА СОЛІДНИХ РАНОВИХ ДЕФЕКТІВ
ШКІРИ АПЕНДИКУЛЯРНОГО СКЕЛЕТА СОБАК ТА КОТІВ:
СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД**

Анотація.

Дослідження присвячене систематичному аналізу сучасних хірургічних доробок у аспекті лікування солідних ранових дефектів шкіри апендикулярного скелета у собак і котів. Огляд проведено на основі релевантних англомовних публікацій, відібраних з наукометричних баз даних. У роботі проаналізовано показання, переваги та обмеження різних методів закриття ран, включаючи первинне, відстрочене та вторинне закриття, а також загоєння вторинним натягом. Особливу увагу акцентовано на проблемі натягу тканин і його впливу на перебіг та результат загоєння ран дистальних відділів кінцівок. Узагальнено дані щодо застосування методів зняття натягу шкіри в ранах малого та середнього розміру. Розглянуто можливості використання місцевих, віддалених і аксіальних шкірних клаптів у реконструкції великих дефектів. Проаналізовано показання до застосування шкірних трансплантатів залежно від стану реципієнтного ложа та рівня васкуляризації. Окремо висвітлено роль м'язових і міокутанних клаптів при лікуванні глибоких ран з оголенням кісток, сухожилів або суглобів. Показано, що оптимальний вибір хірургічної тактики має ґрунтуватися на принципах «реконструктивних сходів». Встановлено, що добре васкуляризовані клапті забезпечують вищу виживаність тканин і кращі клінічні результати.

Ключові слова: *травматичні ушкодження, гострі предмети, дефіцит шкіри, рубці, кінцівки, реконструктивна хірургія, розтягування шкіри, шкірні клапті, дрібні тварини.*

Вступ. Дефекти шкіри дистальних відділів кінцівок у собак і котів зустрічаються дуже часто і зазвичай спричинені автомобільними аваріями (травми від тертя об дорогу), укусами, рваними ранами від гострих предметів, термічними ушкодженнями, вогнепальними пораненнями, тиском від гіпсових і фіксуєючих пов'язок, хірургічним видаленням новоутворень тощо [27]. Часто вони супроводжуються супутніми травмами або ураженнями підшкірних і підлеглих тканин (м'язів, сухожилків і зв'язок), ортопедичними проблемами (наприклад, переломами, вивихами) та пошкодженнями периферичних нервів [33].

Лікування ран на кінцівках є складною та актуальною проблемою для ветеринарних хірургів. Дефекти шкіри, особливо на дистальних ділянках кінцівок, важче закрити через брак еластичної шкіри, відсутність підшкірного м'яза (рапіскулус), постійний рух у цій зоні, що легко призводить до розходження швів, та велику відстань від потенційних донорських ділянок [19]. При складних ранах або коли втрата шкіри наближається до 50% окружності кінцівки, для закриття дефекту стає необхідним застосування певних форм шкірних, м'язових або шкірно-м'язових клаптів чи технік трансплантації [1]. Основною проблемою при лікуванні ран на кінцівках є натяг. Надмірний натяг може спричинити розходження швів, порушення кровообігу, некроз шкіри, уповільнення загоєння рани або повну відсутність загоєння [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дефекти невеликого розміру (втрата шкіри менше 30% окружності кінцівки) або втрата лише верхніх шарів шкіри можуть бути залишені для загоєння вторинним натягом [3]. Навпаки, загоєння вторинним натягом не рекомендується для дефектів середнього та великого розміру, оскільки епітелізації недостатньо для покриття дефіциту, процес загоєння може затягнутися або не відбутися через те, що контракція не

може утримувати краї шкіри в контактi, а хронiчна грануляцiйна тканина в центрі рани може мати недостатнє кровопостачання для пiдтримки епiтелiзацiї [4]. Таким чином, пiдлеглi тканини залишаються вiдкритими, а формування обмежувальної рубцевої тканини може призвести до зменшення амплiтуди рухів у суглобах та обмеження функцiї кiнцiвки [5]. Крім того, загоєння вторинним натягом має гiрший косметичний результат, а сформована рубцева тканина складається з крихкого епiтелiю, що робить її поверхню легко вразливою до травм або схильною до утворення хронiчних виразок [6].

Деякi дослідники вважають, що пiд час планування лiкування повинно бути враховано як характеристики травмованої тварини, так й характеристики рани [7]. Фактори, що впливають на вибiр методiв або реконструктивних технiк, включають наступне: час, що минув з моменту травми, розмiр рани, ступiнь забруднення, ступiнь пошкодження тканин, обсяг необхідного дебридменту (очищення), васкуляризацiя рани, стан здоров'я тварини, наявнiсть натягу або мертвого простору та локалiзацiя рани. З урахуванням цих факторiв вибiр вiдповiдної реконструктивної технiки закриття повинен вiдповiдати принципам «реконструктивних сходiв» [8]. Таким чином, якщо первинне закриття неможливе, можна застосувати вiдстрочене первинне закриття, вторинне закриття або загоєння вторинним натягом. За наявностi натягу можна застосувати простi методи зняття натягу. Клаптi на основi субдермального сплетення та аксiальнi клаптi, трансплантати, м'язовi або шкiрно-м'язовi клаптi та мiкроваскулярне вiльне перенесення тканин є альтернативними варiантами, особливо для великих ран на кiнцiвках.

Мета дослідження – аналіз фахових лiтературних джерел з питання сучасних хiрургiчних стратегiй лiкування солiдних ранових дефектiв шкiри апендикулярного скелета у собак та котiв.

Виклад основного матерiалу дослідження. Пошук наукових публiкацiй проводили в електронних базах даних PubMed, Scopus та Web of Science за перiод з 1990 по 2025 рiк. Для цього використовували комбiнацiї ключових слiв та термiнiв: *traumatic injuries, sharp objects, skin deficit, scars, limbs, reconstructive surgery, skin stretching, skin flaps, small animals*. Пошук обмежували публiкацiями лише англiйською мовою вiдповiдно до рекомендацiй PRISMA [25].

До аналізу включали оригiнальнi експериментальнi та клiнiчнi дослідження. Повнотекстову оцiнку публiкацiй проводили вiдповiдно до визначених критерiїв включення та виключення. Критерiї включення: чiткий опис локалiзацiї дефекту в межах апендикулярного скелета, застосування хiрургiчних методiв закриття ран (первинне, вiдстрочене або реконструктивне закриття), а також наявнiсть оцiнки клiнiчних результатiв лiкування. Критерiї виключення: клiнiчнi випадки без аналітичної оцiнки, експериментальнi дослідження *in vitro*, неповнотекстовi публiкацiї та тези, не пов'язанi з дрiбними домашнiми тваринами. Первинний вiдбiр лiтературних джерел здiйснювали шляхом аналізу ключових слiв, назв i анотацiй. Остаточний перелiк статей формували пiсля детального аналізу повних текстiв.

З відібраних публікацій вилучали дані щодо виду тварин, локалізації та розміру ранового дефекту, обраної хірургічної стратегії (використання місцевих або осьових шкірних клаптів, методів дермотензії, вторинного натягу тощо), тривалості загоєння, післяопераційних ускладнень та кінцевих клінічних результатів.

На прикінцевому етапі, аналіз отриманих даних проводили описовим методом з відповідними узагальненнями найбільш ефективних підходів до лікування, які відображали у вигляді таблиць. Оцінку якості включених досліджень здійснювали з урахуванням дизайну дослідження, повноти опису методів лікування та об'єктивності оцінки результатів.

Існує багато методів зняття натягу шкіри в ранах малого та середнього розміру, завдяки чому можна досягти просування шкіри, а рани можна лікувати шляхом первинного або відстроченого первинного закриття. Різноманітність складніших реконструктивних технік забезпечує варіанти покриття дефектів шкіри великого розміру. У цьому огляді деталізовані існуючі методики та техніки для лікування найбільш розповсюджених видів ушкоджень шкіри.

На кінцівках первинне закриття може застосовуватися при ранах, нанесених гострими предметами, у випадках коли краї шкіри знаходяться близько один до одного, при дефектах невеликого розміру, у яких немає надмірного натягу, а також за дефектів середнього розміру у поєднанні з методами зняття натягу [10].

Отже, критеріями рани, що розглядаються для лікування методом первинного закриття, є: нещодавно виниклі рани, чисті рани з мінімальною травмою тканин, забруднені рани, які були перетворені на чисті за допомогою очищення та промивання, дефекти після повного висічення невеликих забруднених або інфікованих ділянок, а також випадки, коли закриття рани може бути досягнуто без надмірного натягу. Для цього можуть використовуватися шви, шкірні степлери, тканинні клеї та фібринові герметики. У таблиці 1 подано зведену інформацію щодо типу та розміру рани залежно від техніки хірургічної реконструкції.

Табл. 1

Техніка реконструкції дефектів шкіри залежно від характеристики рани

Розмір рани	Класифікація / інфекція	Тип рани	Метод / Техніка
Будь-який розмір	Чиста	Розрізна (операційна)	Первинне закриття
Мала	Умовно-чиста (забруднена)	Пункційна (проколена)	Первинне закриття
Середня	Умовно-чиста (забруднена)	Пункційна (проколена)	Відстрочене закриття
Велика	Умовно-чиста (забруднена)	Пункційна (проколена)	Відстрочене закриття

Середня	Умовно-чиста (забруднена)	Абразії (садна)	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати
Велика	Умовно-чиста (забруднена)	Абразії (садна)	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати
Будь-який розмір	Забруднена	Абразії (садна)	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати
Середня/Велика	Забруднена	Скальпована/рвано-забита	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати
Середня/Велика	Брудна/інфікована	Скальпована/рвано-забита	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати
Будь-який розмір	Забруднена	Авульсії (відриви тканин)	Відстрочене закриття
Будь-який розмір	Брудна/інфікована	Авульсії (відриви тканин)	Відстрочене закриття, клапті/трансплантати

За відстроченого первинного закриття дефекту шкіри проводиться щоденне лікування відкритої рани до першої появи грануляційної тканини, таким чином закриття рани відкладається на 3-5 днів після травми [9]. Відстрочене первинне закриття використовується при умовно-чистих або забруднених ранах, при ранах із значним набряком, при сумнівній життєздатності тканин, помірному ступені травматизації тканин, а також при брудних ранах, з необхідністю поетапного дебридменту. Відстрочене первинне закриття забезпечує рані адекватний дренаж, покращує кровообіг і гарантує стихання запалення перед закриттям. Показаннями для відстроченого закриття дефектів кінцівок є проникаючі рани або відриви шкіри, дефекти невеликого розміру без надмірного натягу та дефекти середнього розміру в поєднанні з методами зняття натягу [12].

Закриття рани за вторинним натягом доцільно між 5-ю і 10-ю добою. Протягом цього періоду відкритого лікування рани формується грануляційна тканина, яка вкриває ранове ложе. Вторинне закриття використовується при забруднених або брудних ранах, а також коли потрібне серійне очищення та промивання рани тривалістю понад 5 діб. Закриття досягається шляхом прямого зближення країв рани поверх раніше сформованої грануляційної тканини (загоєння третім натягом) або після висічення грануляційної тканини та первинного закриття [20]. Показаннями до вторинного закриття дефектів шкіри. Загоєння вторинним натягом краще підходить для брудних ран із вираженим запаленням, наявністю некротичних тканин та великою травмою м'яких тканин.

Такі рани непридатні для первинного або відстроченого первинного закриття [21]. Загоєння вторинним натягом рекомендоване для ран, розташованих у зонах із достатньою кількістю шкіри, а, отже, навпаки, протипоказане за дефектів, розташованих у місцях із дефіцитом шкіри, таких як середні та нижні сегменти кінцівок. Зокрема, у великих ранах на кінцівках натяг країв рани може стати рівним силам скорочення міофібробластів, що призведе до неповного загоєння [13]. Іншими протипоказаннями є дефекти із супутніми ушкодженнями м'язів, або оголення кісток, суглобів чи нервів. Потенційні ускладнення включають тривале загоєння та догляд за раною, формування епітеліальної поверхні, яка більш схильна до травм, незадовільний косметичний вигляд, затримку або неповне загоєння, надмірне рубцювання та контракцію (стягування) рани. Контракція на поверхні суглоба може обмежити амплітуду рухів, а рубцева тканина поруч із анатомічним отвором може призвести до його стенозу або деформації.

Рани малого та середнього розміру на дистальних відділах кінцівок можна закрити первинно за допомогою різних методів зняття натягу. Шкіру на кінцівках можна мобілізувати обмеженою мірою в краніокаудальній площині (спереду назад), тоді як у проксимально-дистальному напрямку (вгору-вниз) шкіра майже не зміщується [14].

Підривання – це простий та ефективний спосіб зменшити натяг шкіри. Воно виконується шляхом тупого або гострого розсічення під підшкірним м'язом, щоб зберегти цілісність прямих шкірних судин, хоча гостре розсічення є більш ефективним на кінцівках [15]. Підривання на середній та дистальній частині кінцівок слід проводити в пухкій сполучній тканині над фасцією підлеглого м'яза (наприклад, у ділянці передпліччя або гомілки) або включаючи поверхневий листок фасції (наприклад, на латеральній поверхні стегна), щоб зберегти субдермальне сплетення [16]. Необхідно, щоб шкіра поруч із раною була здоровою, аби витримати підривання. Тільки за допомогою підривання можна закрити лише невеликі дефекти на кінцівках, тоді як для великих дефектів воно неефективне [17].

Шви для зняття натягу: розподіляють на більшу площу і повинні використовуватися, коли є рух у зоні шва (над суглобами або подушечками лап). Міцні підшкірні шви (простий вузловий, хрестоподібний, «далеко-близько-близько-далеко» та «далеко-далеко-близько-близько»), внутрішньошкірні натяжні шви, прості вузлові шви («крокуючі» шви, горизонтальні або вертикальні матрачні шви), шви «далеко-близько-близько-далеко» та «далеко-далеко-близько-близько», а також шви з валиками (stent sutures) використовуються для полегшення просування шкіри, зменшення натягу та забезпечення цілісності шкірних швів [18]. Міцні підшкірні та внутрішньошкірні натяжні шви-розрізи: дозволяють зблизити краї шкіри та показані при дефектах середнього розміру на дистальних відділах кінцівок або при ранах із оголенням сухожиль, зв'язок, судин і нервів. Простий послаблюючий розріз, довжиною рівною довжині дефекту, робиться на відстані 3-10 см від краю рани, шкіра

підривається і створюється біпедукулярний (двоніжковий) клапоть. Альтернативно, по обидва боки від дефекту роблять множинні послаблюючі розрізи довжиною 1 см паралельно краям рани на відстані 1-2 см від них. Розрізи повинні бути на відстані не менше 1 см один від одного. Шкіра підривається, і досягається закриття дефекту. Множинні послаблюючі розрізи можуть бути створені по всьому колу для закриття дефектів на кінцівках [41]. Новостворені дефекти залишають гоїтися вторинним натягом [40]. описують модифікацію простого послаблюючого розрізу, який виконується до дерми через гіподерму. Ця техніка усуває необхідність у повторному накладенні швів та відкритому лікуванні рани.

Методи, які забезпечують помірно зниження натягу: V-У пластика, Z-пластика, М-пластика. У цих техніках додаткові хірургічні розрізи робляться за певною схемою, шкіра підривається і формуються невеликі місцеві субдермальні клапті. Вони використовуються для зміни напрямку натягу та збільшення амплітуди рухів [39]. Вони корисні при проблемних ранах у зоні суглобів, у яких лінійні рубці обмежують рухливість та еластичність, або для невеликих дефектів на кінцівках, проте за умови, що прилегла шкіра є вільно-рухливою.

Шкірний клапоть – це сегмент шкіри та підшкірної клітковини, частково відпрепарований та піднятий з донорської і перенесений в реципієнтну ділянку для закриття дефекту шкіри [22]. Основа клаптя залишається прикріпленою до донорської ділянки та містить судини, які забезпечують кровопостачання відокремленого сегмента [38]. Класифікація клаптів залежить від їхнього кровопостачання (рандомні клапті або клапті субдермального сплетення та аксіальні клапті), від відстані між донорською та реципієнтною ділянками (місцеві та віддалені клапті), а також від методу та часу перенесення (прямі та непрямі клапті) [37]. Розмір і локалізація дефекту є важливими факторами при виборі відповідної техніки клаптя. Доречно обирати донорську ділянку з великою кількістю еластичної шкіри, що оцінюється передопераційно шляхом захоплення шкіри донорської ділянки між великим і вказівним пальцями, для визначення наявності надлишку шкіри [36]. Рекомендовано провести точні передопераційні вимірювання дефекту та окреслити кордони клаптя маркером [35].

Реципієнтна ділянка має бути очищена від некротичних або забруднених тканин і вкрита здоровою червоною грануляційною тканиною. Хронічну грануляційну тканину або епітелій слід видалити. Необхідно суворо дотримуватися асептики та атравматичного поводження з тканинами, щоб мінімізувати інфекцію та зберегти кровопостачання. Для забезпечення останнього підривання доцільно проводити нижче підшкірного м'яза, уникаючи натягу як у донорському, так і в реципієнтному ложі. Положення тварини може покращити мобілізацію шкіри і таким чином зменшити натяг. Клапті, які потенційно використовуються на кінцівках: а) для грудних кінцівок – клапті субдермального сплетення, клапті зі шкірних складок та аксіальні клапті; б) для тазових кінцівок – прямі віддалені клапті, непрямі (трубчасті) клапті та аксіальні

клапті [34]. Клапті на основі субдермального сплетення – це місцеві клапті, кровопостачання яких залежить від субдермального сплетення. Тому важливо піднімати їх шляхом підривання тканин глибше рівня сплетення.

Ці клапті далі класифікуються відповідно до напрямку їх переміщення до зони дефекту на: клапті просування, ротаційні, транспозиційні та інтерполяційні [32]. Так, клапоть просування створюється шляхом переміщення шкіри по прямій лінії для закриття прилеглого дефекту. Якщо для формування клаптя роблять два паралельні розрізи однакового розміру, створюється одноніжковий клапоть. Одноніжковий клапоть має таку ж ширину, як і дефект рани, а його основа прикріплена до донорської ділянки. Двоніжковий (біпедукулярний) клапоть формується після одного розрізу, а довжина клаптя дорівнює довжині дефекту. Ротаційні клапті переміщуються в іншому напрямку для наближення до реципієнтної ділянки; вони поділяються на ротаційні, транспозиційні та інтерполяційні. Ротаційний клапоть створюється після вигнутого хірургічного розрізу та підривання шкіри. Цей клапоть повертається для закриття прилеглого трикутного дефекту, при цьому вторинний дефект не створюється. Транспозиційний клапоть – це прямокутний клапоть, який повертається на 45°-90° для закриття прилеглого дефекту. Зі збільшенням градуса повороту довжина клаптя зменшується. Ширина клаптя дорівнює ширині дефекту, тоді як довжина визначається вимірюванням від точки повороту клаптя до найвіддаленішої точки дефекту [26]. Транспозиційні клапті можна використовувати при дефектах кінцівок середнього розміру, формуючи клапоть паралельно поздовжній осі кінцівки, щоб використати наявну надлишковість шкіри по колу. Інтерполяційний клапоть є різновидом транспозиційного, який не має спільної межі з дефектом. Після формування клапоть повертається і поміщається на місце дефіциту тканин, перетинаючи ділянку з нормальною шкірою.

Клапті зі шкірних складок також вважаються клаптями субдермального сплетення. Рухлива і вільна шкіра пахової та пахової складок має чотири точки таких клаптів на кінцівках мають бути точними, оскільки навіть невелика помилка може зробити первинне зшивання донорської ділянки неможливим прикріплення: латеральну і медіальну на грудній кінцівці та дорсальну і вентральну на тулубі. Ці трикутні складки надзвичайно універсальні залежно від того, які прикріплення будуть розділені. Для з'єднання дефекту з клаптем може знадобитися з'єднувальний розріз. Натяг на донорській ділянці мінімальний, але ширина залишеного прикріплення має бути достатньою для виживання клаптя. Клапті зі шкірних складок переносять для закриття ран на латеральній і медіальній частинах плеча та стегна, лікті, латеральній грудній ділянці, фланку, паховій та грудній зонах, а також у ділянках колінного суглоба [31].

Розміри місцевого клаптя та наявність натягу є важливими факторами запобігання післяопераційним ускладненням. Натяг може спричинити розходження швів на донорській або реципієнтній ділянці або надмірне розтягнення клаптя. Під час формування клаптя розрізи в ідеалі повинні бути паралельні лініям натягу, а пацієнт має бути правильно розміщений. Клапті

субдермального сплетення повинні мати широку основу та довжину, достатню для покриття дефекту. При зменшенні ширини основи кровообіг погіршується; навпаки, при збільшенні ширини можуть бути включені прямі шкірні судини, що покращує кровопостачання. Рекомендується тримати довжину клаптя невеликою, щоб уникнути некрозу вільних країв та розходження рани. Коли є потреба в довших клаптях, кращим варіантом є двоніжкові або аксіальні клапті [30].

Ускладнення при використанні місцевих шкірних клаптів включають утворення сером, розходження швів та некроз дистальної частини клаптя. У великих ранах, де присутній мертвий простір, профілактика утворення сером досягається встановленням закритого вакуумного дренажу або накладанням пов'язки. Розходження швів зазвичай є результатом натягу, якого можна уникнути за допомогою ретельної техніки. Некроз дистальної частини клаптя виникає через зниження або припинення кровопостачання і стає очевидним через 2-5 днів після операції [29]. Профілактика некрозу потребує належного планування розмірів клаптя.

Віддалені шкіряні клапті створюються далеко від дефекту та використовуються для реконструкції ран нижніх відділів кінцівок. Латеральна грудна або черевна ділянки використовуються як донорські зони, залежно від локалізації дефекту (грудна або тазова кінцівка відповідно). Віддалені клапті потребують багатоетапних хірургічних процедур. Вони використовуються рідко, адже техніки трансплантатів з аксіальних клаптів є простішими та менш вимогливими.

Віддалені клапті поділяються на прямі та непрямі [28]. Прямі клапті можуть бути одоніжковими (шарнірними) або двоніжковими (кишеньковими). Клапоть формується, а кінцівку (реципієнтну ділянку) переміщують і фіксують до донорської ділянки так, щоб ложе рани було закрито клаптем [1]. Перенесення завершується через 3 тижні, і протягом цього періоду кінцівка суворо іммобілізується. Непрямі клапті – це відстрочені трубчасті клапті. Після ретельного планування шкіру розрізають, створюють двоніжковий клапоть і згортають його в трубку. Донорську ділянку закривають, а через 2-3 тижні дистальний кінець трубки відокремлюють і пришивають до зони дефекту. Непрямі клапті можна повертати на понад 180°, тому їх можна застосовувати при віддалених дефектах, залежно від їхньої довжини [3]. Аксіальні шкірні клапті мають кровопостачання, що базується щонайменше на одній прямій шкірній артерії та вені [4]. Порівняно з клаптями субдермального сплетення таких самих розмірів, вони мають на 50% більше шансів на виживання [5]. Дизайн аксіальних клаптів вимагає ґрунтовного знання всіх місцевих анатомічних структур, особливо походження та напрямку судин, а також ангіосом (тривимірних ділянок тканин, що кровопостачаються однією великою артерією). Їхня життєздатність залежить від прямих шкірних судин, які повинні залишатися неушкодженими [6].

Аксіальні клапті класифікуються на півострівні або острівцеві. Півострівні клапті залишаються прикріпленими своєю основою до донорської ділянки, тоді як острівцеві клапті з'єднані з донорською ділянкою лише прямими шкірними судинами [7]. Тому острівцеві клапті мають кращу мобільність (їх можна повертати до 180°), ніж півострівні. Аксіальні клапті мають прямокутну або L-подібну форму, тому вони можуть закривати більш асиметричні дефіцити шкіри [8]. Зазвичай вони служать віддаленими клаптями і можуть закривати шкірні дефекти середнього та великого розміру. Проте їх можна використовувати як місцеві, а у випадках дефіциту шкіри для створення субдермального клаптя, результат виживання є сумнівним [11]. Косметичний результат може бути не таким досконалим, як у місцевих клаптів, оскільки колір, довжина та напрямок росту шерсті можуть відрізнятися від регіональних. Залози та товщина гіподерми також можуть відрізнятися. Процедура реконструкції ран аксіальними клаптями виконується одноетапно, проте їх формування потребують ретельного планування з урахуванням джерела васкуляризації (табл. 2).

Табл. 2

Топографія дефекту шкіри кінцівок собак та котів
залежно від джерела васкуляризації

Джерело васкуляризації	Топографічна локалізація дефекту
<i>a. thoracodorsalis</i>	Грудна клітка, плече, передня кінцівка, лікоть, пахвова западина, здухвинні ділянки, передпліччя, зап'ястя (лише у котів).
<i>a. brachialis superficialis</i>	Передпліччя, лікоть.
<i>a. epigastrica caudalis superficialis</i>	Каудальна частина живота, пахова область, препуціальна область, промежина, стегно, колінний суглоб, гомілка, заплюсна (залежить від конформації у собак), плесно та фаланги (лише у котів).
<i>a. genus</i>	Медіальна частина колінного суглоба, великогомілкова область, заплюсна (залежить від конформації у собак).

Ширина та довжина аксіальних клаптів базуються на специфічних анатомічних орієнтирах, визначених дизайном клаптя. Ширина повинна дорівнювати ширині дефекту, а у випадках, коли останній ширший, слід розглянути можливість створення L-подібного клаптя. Використання найдовшого варіанту клаптя може спричинити некроз його кінчика [10]. Некроз може бути частковим або на всю товщу шкіри. При повній втраті шкіри показаний дебридмент та реоперація, тоді як при частковому некрозі зі збереженням дерми клапоть лікують як відкриту рану. Здатність аксіальних клаптів досягати дефекту та закривати його залежить від виду тварини, конституції тіла та еластичності шкіри. Порівняно з трансплантатами, аксіальні

клапті можуть виживати навіть на тканинах з ішемією, таких як забруднені рани або дефекти з оголеними кістками, хрящами чи сухожиллями, адже вони не залежать від васкуляризації реципієнтної ділянки. Поверхневий плечовий та колінний (генікулярний) аксіальні клапті мають обмежене використання, оскільки їхня перфузія залежить від артерій малого діаметра, і некроз шкіри є частим ускладненням [12].

Шкірний трансплантат – це сегмент епідерміса та дерми різної товщини, який повністю видаляється з донорської ділянки та переноситься на реципієнтну ділянку. Виживання шкірного трансплантата залежить виключно від реваскуляризації з боку реципієнтної ділянки, що має бути неінфікованою та добре васкуляризованою [13]. Таким чином, рани зі здоровою грануляційною тканиною, фасцією, м'язом та окістям можуть стати відповідним ложем [21]. Успішне загоєння трансплантата залежить від належного прикріплення та живлення з боку реципієнтної ділянки. Прикріплення починається через 8 годин після пересадки, коли утворення фібрину в ложі рани з'єднує трансплантат із підлеглими тканинами. Через тиждень фібрин замінюється сполучною тканиною. На 2-3-ю добу трансплантат отримує еритроцити та сироваткові білки з реципієнтної ділянки. На цій стадії клапоть виглядає набряклим і темним. На 3-ю добу відбуваються анастомози судин між судинами реципієнтної ділянки та судинами трансплантата для підтримки перфузії. Нарешті, на 4-5-у добу встановлюється реваскуляризація з утворенням нових капілярів та лімфатичних судин [14].

У ветеринарній хірургії в основному використовуються автотрансплантати. За товщиною вони поділяються на повношарові (складаються з епідермісу та всієї дерми) та розщеплені (складаються з епідермісу та частини дерми). Шкірні трансплантати невеликого розміру забезпечують часткове покриття дефекту і, залежно від форми, підрозділяються на щипкові, пунш-трансплантати, смужкові та маркові трансплантати [18].

Сітчасті трансплантати – це повношарові або розщеплені трансплантати, які можуть покривати великі дефекти шкіри. Вони мають розрізи-отвори на своїй поверхні або повністю перфоровані спеціальними інструментами, що забезпечує дренаж, робить їх більш розтяжними та полегшує процес приживлення трансплантата [39]. На відміну від повношарових трансплантатів, відбір розщеплених трансплантатів потребує спеціального інструментарію (дерматоми, пристрої для розширення). Як донорські ділянки зазвичай використовують латеральну грудну або черевну стінку.

Реципієнтна ділянка має бути добре васкуляризованою, вільною від інфекції та вкритою здоровою грануляційною тканиною [23]. Пересадка шкіри вимагає суворого дотримання асептики, іммобілізації трансплантата та мінімального накопичення рідини між трансплантатом і реципієнтним ложем [24]. Трансплантати використовують при ранах на кінцівках, у разі неможливості застосування інших технік [35].

М'язові клапті складаються зі скелетного м'яза, тоді як міокутанні клапті складаються зі скелетного м'яза та шкіри [34]. Останні відбираються одночасно зі збереженням їхнього кровопостачання та іннервації. М'язові та міокутанні клапті класифікують на п'ять типів відповідно до особливостей їхнього судинного малюнка. Незважаючи на те, що такі клапті популярні в медицині, у дрібних домашніх тварин вони використовуються рідко, адже місцеві, аксіальні клапті та вільні трансплантати оптимізують закриття різних дефектів. Переваги лікування великих або складних дефектів дистальних відділів кінцівок за допомогою м'язових та міокутанних клаптів полягають у тому, що вони забезпечують швидше загоєння ран, нижчий рівень інфікування, закриття оголених тканин, включаючи зламані кістки, та посилену перфузію [36]. М'язові та міокутанні клапті, що потенційно можуть бути використані за дефектів дистальних відділів кінцівок, наведені у таблиці 3.

Табл. 3

Топографія дефекту шкіри кінцівок собак та котів
залежно від джерела клаптя

М'язовий / міокутанний клапоть	Топографічна локалізація дефекту
<i>m. flexor carpi ulnaris</i>	Дистальна частина передпліччя, зап'ястя, п'ясткові дефекти.
<i>m. ulnaris lateralis</i>	З проксимальною основою: дефекти проксимальної та середньої частини передпліччя. З дистальною основою: дефекти дистального відділу кінцівки.
<i>m. sartorius</i>	Дистальна частина гомілки, заплюсно-плеснювальні дефекти.
<i>m. rectus femoris</i>	Стегно, дефекти в ділянці великого вертлуга.
<i>m. semitendinosus</i>	З дистальною основою: дефекти гомілки.
<i>m. gastrocnemius</i>	Гомілка, дефекти колінного суглоба.
<i>m. cranialis tibialis</i>	Дефекти середньої та дистальної частини гомілки.
<i>m. latissimus dorsi</i>	Середня частина передпліччя (залежно від конституції тварини).

Мікросудинна вільна пересадка тканин дозволяє провести одноетапну реконструкцію шляхом ревазуляризації тканини через мікросудинний анастомоз основної артерії та вени трансплантата з артерією та веною реципієнтної ділянки [35]. Мікросудинні вільні клапті можуть включати будь-яку тканину або комбінацію тканин [34]. Вони дозволяють проводити одноетапну реконструкцію складних ран дистальних відділів кінцівок. Проте необхідність спеціальної підготовки, наявність спеціального обладнання, тривалий час операції та висока вартість обмежують їх використання [32].

Отже, лікування ран дистальних відділів кінцівок ускладнюється дефіцитом місцевих тканин, наявністю супутніх ушкоджень та патологією васкуляризації. Невеликі поверхневі рани з адекватною кількістю шкіри можна закривати первинно. У випадках, неможливості первинного закриття рани, можна застосувати відстрочене первинне закриття, вторинне закриття або загоєння вторинним натягом як окремо, так й у поєднанні з методами зняття натягу. Навпаки, великі за розміром поверхневі рани потребують реконструкції з використанням клаптів субдермального сплетення або трансплантатів. Великі глибокі рани з оголеними опорно-руховими структурами та зниженою перфузією потребують закриття добре васкуляризованими тканинами.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Дефекти шкіри на дистальних відділах кінцівок є частим явищем у дрібних домашніх тварин і найчастіше спричинені травмами від ДТП, укусами або рваними ранами. Вони часто супроводжуються пошкодженням м'язів, сухожиль, зв'язок, кісток та периферичних нервів. Така комбінація травм ускладнює процес лікування і вимагає комплексного підходу. Первинне закриття ускладнене через обмежену еластичність шкіри, відсутність підшкірного м'яза та постійний рух у цій зоні. Надмірний натяг шкіри може призвести до розходження швів, некрозу та уповільнення загоєння. Тому для великих або середніх дефектів необхідне застосування методів зняття натягу або реконструктивних клаптів. Для ран малого та середнього розміру ефективними є підривання шкіри, шви для зняття натягу, V-Y, Z- та M-пластика. Локальні шкірні клапті субдермального сплетення, ротаційні, транспозиційні та інтерполяційні дозволяють закривати дефекти без надмірного натягу. Правильне планування та оцінка еластичності шкіри є ключовими для успішного результату. Аксиальні клапті забезпечують надійне кровопостачання та можуть використовуватися для закриття середніх і великих дефектів на кінцівках. Віддалені клапті застосовуються рідше через багатоступеневу техніку та складність операцій, але є альтернативою при великих або складних ранах. Некроз кінчика клаптя та ускладнення кровопостачання залишаються основними ризиками. Шкірні трансплантати приживляються через реваскуляризацію та використовуються для закриття дефектів у разі відсутності інших варіантів. М'язові та міокутанні клапті забезпечують швидке загоєння, покращене кровопостачання та закриття оголених тканин. Мікросудинна вільна пересадка створює умови для одноетапної реконструкції складних ран, проте потребує висококваліфікованої підготовки та спеціального обладнання.

Отримані узагальнення можуть слугувати практичними рекомендаціями для ветеринарних хірургів у лікуванні складних ран кінцівок у дрібних домашніх тварин.

Список використаної літератури

1. Albernaz, V. G. P., Oblak, M. L., & Quitzan, J. G. (2021). Angularis oris axial pattern flap as a reliable and versatile option for rostral facial reconstruction in cats. *Veterinary Surgery*, 50(8), 1688–1695. <https://doi.org/10.1111/vsu.13686>
2. Alexopoulos, C., Papadopoulos, E., Charalambous, C., & Karayannopoulou, M. (2022). Locally injected autologous platelet-rich plasma improves cutaneous wound healing in cats. *Animals*, 12(15), 1993. <https://doi.org/10.3390/ani12151993>
3. Amsellem, P. (2011). Complications of reconstructive surgery in companion animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 41(5), 995–1006. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.05.005>
4. Baines, S. J., Field, E. J., & Demetriou, J. (2017). Short term and long term outcomes of axial pattern skin flaps in dogs and cats: 65 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 58(4), 223–232. <https://doi.org/10.1111/jsap.12687>
5. Barnes, K., Lanz, O., Barry, S., & Aulakh, K. (2019). Use of cancellous bone grafting to promote granulation tissue in a distal limb wound in a dog. *Journal of Small Animal Practice*, 60(7), 450–453. <https://doi.org/10.1111/jsap.12855>
6. Bonaventura, N. C., & Ganjei, J. B. (2021). Comparison of outcomes for single-session and delayed full-thickness applications of meshed skin grafts used to close skin defects after excision of tumors on the distal aspects of the limbs in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 258(4), 387–394. <https://doi.org/10.2460/javma.258.4.387>
7. Bristow, P. C., Halfacree, Z. J., & Baines, S. J. (2015). A retrospective study of the use of active suction wound drains in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 56(5), 325–330. <https://doi.org/10.1111/jsap.12339>
8. Crowley, J. D., Hosgood, G., & Appelgrein, C. (2020). Seed skin grafts for reconstruction of distal limb defects in 15 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 61(9), 561–567. <https://doi.org/10.1111/jsap.13187>
9. de la Puerta, B., Martinez, A., & Buracco, P. (2021). Superficial temporal axial pattern flap for facial reconstruction of skin defects in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 62(10), 832–839. <https://doi.org/10.1111/jsap.13384>
10. Field, E. J., Kelly, G., Pleuvry, D., Demetriou, J., & Baines, S. J. (2015). Indications, outcome and complications with axial pattern skin flaps in dogs and cats: 73 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 56(8), 698–706. <https://doi.org/10.1111/jsap.12400>
11. Furneaux, R. W. (2010). Management of distal limb shearing injuries in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(1), 56. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.12.010>
12. Gaudio, E., Aertsens, A., Field, E., Hattersley, R., & Baines, S. (2023). Short-term outcome and complications following cutaneous reconstruction using cranial superficial epigastric axial pattern flaps in dogs: Six cases (2008–2022). *Journal of Small Animal Practice*, 64(11), 704–709. <https://doi.org/10.1111/jsap.13657>
13. Guzu, M., Rossetti, D., & Hennet, P. R. (2021). Locoregional flap reconstruction following oromaxillofacial oncologic surgery in dogs and cats: Review and

- decisional algorithm. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 685036. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.685036>
14. Hansen, L. A., Hazenfield, K. M., Olea-Popelka, F., & Smeak, D. D. (2015). Distribution, complications, and outcome of footpad injuries in pet and military working dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 51(4), 222–230. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6193>
15. Hunt, G. B. (1995). Skin fold advancement flaps for closing large sternal and inguinal wounds in cats and dogs. *Veterinary Surgery*, 24(2), 172–175. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.1995.tb01312.x>
16. Hunt, G. B., Tisdall, P. L., Liptak, J. M., Beck, J. A., Swinney, G. R., & Malik, R. (2001). Skin-fold advancement flaps for closing large proximal limb and trunk defects in dogs and cats. *Veterinary Surgery*, 30(5), 440–448. <https://doi.org/10.1053/jvet.2001.25868>
17. Jones, C. A., & Lipscomb, V. J. (2019). Indications, complications, and outcomes associated with subdermal plexus skin flap procedures in dogs and cats: 92 cases (2000–2017). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 255(8), 933–938. <https://doi.org/10.2460/javma.255.8.933>
18. Kodie, D. O., Oyetayo, N. S., Aina, O. O., & Eyarefe, O. D. (2022). Nigeria bee honey enhanced adherence, neovascularisation and epithelisation of full-thickness skin autografts on distal extremities of dogs. *BMC Veterinary Research*, 18(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03192-w>
19. Lemarié, R. J., Hosgood, G., Read, R. A., Lewis, D. D., Bellah, R., Salisbury, S. K., & Goldsmid, S. (1995). Distant abdominal and thoracic pedicle skin flaps for treatment of distal limb skin defects. *Journal of Small Animal Practice*, 36(6), 255–261. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1995.tb02910.x>
20. Liptak, J. M., & Dernell, W. S. (2017). Axial pattern flap reconstruction following excision of mast cell tumors in dogs: 24 cases. *Veterinary Surgery*, 46(7), 876–885. <https://doi.org/10.1111/vsu.12691>
21. Liptak, J. M., Dernell, W. S., & Withrow, S. J. (2017). Locoregional flap reconstruction following oromaxillofacial tumor excision in dogs and cats. *Veterinary Surgery*, 46(5), 543–552. <https://doi.org/10.1111/vsu.12712>
22. Magidenko, S. R., Peterson, N. W., Pisano, G., & Buote, N. J. (2022). Analysis of patient outcome and owner satisfaction with double limb amputations: 14 dogs and four cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(8), 884–891. <https://doi.org/10.2460/javma.21.04.0199>
23. Mauer, E. S., Maxwell, E. A., Cocca, C. J., Ganjei, J., & Spector, D. (2021). Acellular fish skin grafts for the management of wounds in dogs and cats: 17 cases (2019–2021). *American Journal of Veterinary Research*, 83(2), 188–192. <https://doi.org/10.2460/ajvr.21.09.0140>
24. Miller, A. J., Cashmore, R. G., Marchevsky, A. M., Havlicek, M., Brown, P. M., & Fearnside, S. M. (2016). Negative pressure wound therapy using a portable single-use device for free skin grafts on the distal extremity in seven dogs. *Australian Veterinary Journal*, 94(9), 309–316. <https://doi.org/10.1111/avj.12474>

25. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2010.02.007>
26. Pavletic, M. M. (2000). Use of an external skin-stretching device for wound closure in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(3), 350–354. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.217.350>
27. Pope, E. R. (1990). Mesh skin grafting. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 20(1), 177–187. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(90\)50009-1](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(90)50009-1)
28. Proot, J. L. J., Jeffery, N., Culp, W. T. N., Buracco, P., de la Puerta, B., Williams, J. M., Ladlow, J. F., Field, E. J., Nelissen, P., Ragni, R. A., Pope, J. F. A., Baines, S. J., Liptak, J. M., & Nicholson, I. (2019). Is the caudal auricular axial pattern flap robust? A multi-centre cohort study of 16 dogs and 12 cats (2005 to 2016). *Journal of Small Animal Practice*, 60(2), 102–106. <https://doi.org/10.1111/jsap.12946>
29. Prpich, C. Y., Santamaria, A. C., Simcock, J. O., Wong, H. K., Nimmo, J. S., & Kuntz, C. A. (2014). Second intention healing after wide local excision of soft tissue sarcomas in the distal aspects of the limbs in dogs: 31 cases (2005–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(2), 187–194. <https://doi.org/10.2460/javma.244.2.187>
30. Raske, M., McClaran, J. K., & Mariano, A. (2015). Short-term wound complications and predictive variables for complication after limb amputation in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 56(4), 247–252. <https://doi.org/10.1111/jsap.12330>
31. Riggs, J., Jennings, J. L., Friend, E. J., Halfacree, Z., Nelissen, P., Holmes, M. A., & Demetriou, J. L. (2015). Outcome of full-thickness skin grafts used to close skin defects involving the distal aspects of the limbs in cats and dogs: 52 cases (2005–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 247(9), 1042–1047. <https://doi.org/10.2460/javma.247.9.1042>
32. Sesana, A., Bietzk, E., & Rossanese, M. (2025). Outcome of lip to lid subdermal plexus flaps to reconstruct defects of the lower eyelid in dogs and cats: 46 cases (2005–2022). *Journal of Small Animal Practice*, 66(12), 918–924. <https://doi.org/10.1111/jsap.13914>
33. Shahar, R., Shamir, M. H., Brehm, D. M., & Johnston, D. E. (1999). Free skin grafting for treatment of distal limb skin defects in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 40(8), 378–382. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1999.tb03104.x>
34. Siefert, T., & Kessler, M. (2020). Outcomes of axial pattern flaps used in distal limb reconstruction in dogs: 28 cases. *Veterinary Surgery*, 49(4), 643–652. <https://doi.org/10.1111/vsu.13398>
35. Siegelmayr, D., & Gradner, G. (2023). Reading man flap in four dogs: A case series. *BMC Veterinary Research*, 19, 159. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03723-z>

36. Siegelmayr, D., Gradner, G., & Martens, A. (2022). Use of subdermal plexus flaps for reconstruction of large facial defects in cats: 9 cases. *BMC Veterinary Research*, 18, 412. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03457-9>
37. Smith, B. J., Ballard, J. B., & Boon, C. (2016). Versatility and outcome of the angularis oris axial pattern flap for facial reconstruction in dogs: 18 cases. *Veterinary Surgery*, 45(3), 321–329. <https://doi.org/10.1111/vsu.12408>
38. Tong, T., & Simpson, D. J. (2012). Free skin grafts for immediate wound coverage following tumour resection from the canine distal limb. *Journal of Small Animal Practice*, 53(9), 520–525. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01250.x>
39. Vallefucio, R., Ritson, K., Taylor, F., Fina, C., & Bello, A. M. (2023). A rotation alar fold flap for cosmetic nasal plane reconstruction: Description of the technique and outcome in three dogs. *Veterinary Sciences*, 10(11), 647. <https://doi.org/10.3390/vetsci10110647>
40. Wallin-Håkansson, N., & Berggren, K. (2017). Orbital reconstruction in the dog, cat, and horse. *Veterinary Ophthalmology*, 20(4), 316–328. <https://doi.org/10.1111/vop.12420>
41. White, R. N., & Boon, C. (2019). Reconstruction of large cutaneous defects using single pedicle rotation flaps in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(1), 142–150. <https://doi.org/10.1111/vsu.13141>

Kazantsev Roman,

PhD in Veterinary Medicine, Acting Senior Researcher
National Scientific Center “Institute of Experimental and Clinical Veterinary
Medicine”, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-4479-1516
E-mail: trilobite@ukr.net

Sliusarenko Dmytro,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor,
Head of the Department of Veterinary Surgery and Reproductology
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-8214-0637
E-mail: slusarenkodmitriy@gmail.com

Zaika Petro,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery and Reproductology
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-0321-4795
E-mail: peter.zaika34@gmail.com

Syniahivska Kateryna,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Veterinary Surgery and Reproductology
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-4482-4813
E-mail: max_milos@ukr.net

Denys Kryvoruchenko,
PhD in Veterinary Medicine, Assistant

Assistant Professor of the Department of Veterinary Surgery and Reproductology,
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-2044-8019
E-mail: denys.kryvoruchenko@gmail.com

SURGICAL STRATEGY FOR EXTENSIVE SKIN WOUND DEFECTS OF THE APPENDICULAR SKELETON IN DOGS AND CATS: A SYSTEMATIC REVIEW

Abstract.

The study is devoted to a systematic analysis of modern surgical approaches for the management of substantial skin defects of the appendicular skeleton in dogs and cats. The review was conducted based on relevant English-language publications selected from scientometric databases. The paper analyzes the indications, advantages, and limitations of various wound closure methods, including primary, delayed, and secondary closure, as well as healing by secondary intention. Special attention is paid to the issue of tissue stretching and its impact on the course and outcome of wound healing in the distal parts of the limbs. Data on the use of skin tension-relief techniques for small and medium-sized wounds are summarized. The possibilities of using local, distant, and axial skin flaps in the reconstruction of large defects are discussed. Indications for the use of skin grafts are analyzed depending on the condition of the recipient bed and the level of vascularization. The role of muscle and myocutaneous flaps in the treatment of deep wounds with exposure of bones, tendons, or joints is highlighted separately. It is shown that the optimal choice of surgical strategy should be based on the principles of “reconstructive ladders.” Well-vascularized flaps provide higher tissue survival and better clinical outcomes.

Keywords: *traumatic injuries, sharp objects, skin deficit, scars, limbs, reconstructive surgery, skin stretching, skin flaps, small animals.*

References

1. Albernaz, V. G. P., Oblak, M. L., & Quitzan, J. G. (2021). Angularis oris axial pattern flap as a reliable and versatile option for rostral facial reconstruction in cats. *Veterinary Surgery*, 50(8), 1688–1695. <https://doi.org/10.1111/vsu.13686>
2. Alexopoulos, C., Papadopoulos, E., Charalambous, C., & Karayannopoulou, M. (2022). Locally injected autologous platelet-rich plasma improves cutaneous wound healing in cats. *Animals*, 12(15), 1993. <https://doi.org/10.3390/ani12151993>

3. Amsellem, P. (2011). Complications of reconstructive surgery in companion animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 41(5), 995–1006. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.05.005>
4. Baines, S. J., Field, E. J., & Demetriou, J. (2017). Short term and long term outcomes of axial pattern skin flaps in dogs and cats: 65 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 58(4), 223–232. <https://doi.org/10.1111/jsap.12687>
5. Barnes, K., Lanz, O., Barry, S., & Aulakh, K. (2019). Use of cancellous bone grafting to promote granulation tissue in a distal limb wound in a dog. *Journal of Small Animal Practice*, 60(7), 450–453. <https://doi.org/10.1111/jsap.12855>
6. Bonaventura, N. C., & Ganjei, J. B. (2021). Comparison of outcomes for single-session and delayed full-thickness applications of meshed skin grafts used to close skin defects after excision of tumors on the distal aspects of the limbs in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 258(4), 387–394. <https://doi.org/10.2460/javma.258.4.387>
7. Bristow, P. C., Halfacree, Z. J., & Baines, S. J. (2015). A retrospective study of the use of active suction wound drains in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 56(5), 325–330. <https://doi.org/10.1111/jsap.12339>
8. Crowley, J. D., Hosgood, G., & Appelgrein, C. (2020). Seed skin grafts for reconstruction of distal limb defects in 15 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 61(9), 561–567. <https://doi.org/10.1111/jsap.13187>
9. de la Puerta, B., Martinez, A., & Buracco, P. (2021). Superficial temporal axial pattern flap for facial reconstruction of skin defects in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 62(10), 832–839. <https://doi.org/10.1111/jsap.13384>
10. Field, E. J., Kelly, G., Pleuvry, D., Demetriou, J., & Baines, S. J. (2015). Indications, outcome and complications with axial pattern skin flaps in dogs and cats: 73 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 56(8), 698–706. <https://doi.org/10.1111/jsap.12400>
11. Furneaux, R. W. (2010). Management of distal limb shearing injuries in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(1), 56. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2009.12.010>
12. Gaudio, E., Aertsens, A., Field, E., Hattersley, R., & Baines, S. (2023). Short-term outcome and complications following cutaneous reconstruction using cranial superficial epigastric axial pattern flaps in dogs: Six cases (2008–2022). *Journal of Small Animal Practice*, 64(11), 704–709. <https://doi.org/10.1111/jsap.13657>
13. Guzu, M., Rossetti, D., & Hennes, P. R. (2021). Locoregional flap reconstruction following oromaxillofacial oncologic surgery in dogs and cats: Review and decisional algorithm. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 685036. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.685036>
14. Hansen, L. A., Hazenfield, K. M., Olea-Popelka, F., & Smeak, D. D. (2015). Distribution, complications, and outcome of footpad injuries in pet and military working dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 51(4), 222–230. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6193>

15. Hunt, G. B. (1995). Skin fold advancement flaps for closing large sternal and inguinal wounds in cats and dogs. *Veterinary Surgery*, 24(2), 172–175. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.1995.tb01312.x>
16. Hunt, G. B., Tisdall, P. L., Liptak, J. M., Beck, J. A., Swinney, G. R., & Malik, R. (2001). Skin-fold advancement flaps for closing large proximal limb and trunk defects in dogs and cats. *Veterinary Surgery*, 30(5), 440–448. <https://doi.org/10.1053/jvet.2001.25868>
17. Jones, C. A., & Lipscomb, V. J. (2019). Indications, complications, and outcomes associated with subdermal plexus skin flap procedures in dogs and cats: 92 cases (2000–2017). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 255(8), 933–938. <https://doi.org/10.2460/javma.255.8.933>
18. Kodie, D. O., Oyetayo, N. S., Aina, O. O., & Eyarefe, O. D. (2022). Nigeria bee honey enhanced adherence, neovascularisation and epithelisation of full-thickness skin autografts on distal extremities of dogs. *BMC Veterinary Research*, 18(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03192-w>
19. Lemarié, R. J., Hosgood, G., Read, R. A., Lewis, D. D., Bellah, R., Salisbury, S. K., & Goldsmid, S. (1995). Distant abdominal and thoracic pedicle skin flaps for treatment of distal limb skin defects. *Journal of Small Animal Practice*, 36(6), 255–261. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1995.tb02910.x>
20. Liptak, J. M., & Dernell, W. S. (2017). Axial pattern flap reconstruction following excision of mast cell tumors in dogs: 24 cases. *Veterinary Surgery*, 46(7), 876–885. <https://doi.org/10.1111/vsu.12691>
21. Liptak, J. M., Dernell, W. S., & Withrow, S. J. (2017). Locoregional flap reconstruction following oromaxillofacial tumor excision in dogs and cats. *Veterinary Surgery*, 46(5), 543–552. <https://doi.org/10.1111/vsu.12712>
22. Magidenko, S. R., Peterson, N. W., Pisano, G., & Buote, N. J. (2022). Analysis of patient outcome and owner satisfaction with double limb amputations: 14 dogs and four cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(8), 884–891. <https://doi.org/10.2460/javma.21.04.0199>
23. Mauer, E. S., Maxwell, E. A., Cocca, C. J., Ganjei, J., & Spector, D. (2021). Acellular fish skin grafts for the management of wounds in dogs and cats: 17 cases (2019–2021). *American Journal of Veterinary Research*, 83(2), 188–192. <https://doi.org/10.2460/ajvr.21.09.0140>
24. Miller, A. J., Cashmore, R. G., Marchevsky, A. M., Havlicek, M., Brown, P. M., & Fearnside, S. M. (2016). Negative pressure wound therapy using a portable single-use device for free skin grafts on the distal extremity in seven dogs. *Australian Veterinary Journal*, 94(9), 309–316. <https://doi.org/10.1111/avj.12474>
25. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>

26. Pavletic, M. M. (2000). Use of an external skin-stretching device for wound closure in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(3), 350–354. <https://doi.org/10.2460/javma.2000.217.350>
27. Pope, E. R. (1990). Mesh skin grafting. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 20(1), 177–187. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(90\)50009-1](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(90)50009-1)
28. Proot, J. L. J., Jeffery, N., Culp, W. T. N., Buracco, P., de la Puerta, B., Williams, J. M., Ladlow, J. F., Field, E. J., Nelissen, P., Ragni, R. A., Pope, J. F. A., Baines, S. J., Liptak, J. M., & Nicholson, I. (2019). Is the caudal auricular axial pattern flap robust? A multi-centre cohort study of 16 dogs and 12 cats (2005 to 2016). *Journal of Small Animal Practice*, 60(2), 102–106. <https://doi.org/10.1111/jsap.12946>
29. Prpich, C. Y., Santamaria, A. C., Simcock, J. O., Wong, H. K., Nimmo, J. S., & Kuntz, C. A. (2014). Second intention healing after wide local excision of soft tissue sarcomas in the distal aspects of the limbs in dogs: 31 cases (2005–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(2), 187–194. <https://doi.org/10.2460/javma.244.2.187>
30. Raske, M., McClaran, J. K., & Mariano, A. (2015). Short-term wound complications and predictive variables for complication after limb amputation in dogs and cats. *Journal of Small Animal Practice*, 56(4), 247–252. <https://doi.org/10.1111/jsap.12330>
31. Riggs, J., Jennings, J. L., Friend, E. J., Halfacree, Z., Nelissen, P., Holmes, M. A., & Demetriou, J. L. (2015). Outcome of full-thickness skin grafts used to close skin defects involving the distal aspects of the limbs in cats and dogs: 52 cases (2005–2012). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 247(9), 1042–1047. <https://doi.org/10.2460/javma.247.9.1042>
32. Sesana, A., Bietzk, E., & Rossanese, M. (2025). Outcome of lip to lid subdermal plexus flaps to reconstruct defects of the lower eyelid in dogs and cats: 46 cases (2005–2022). *Journal of Small Animal Practice*, 66(12), 918–924. <https://doi.org/10.1111/jsap.13914>
33. Shahr, R., Shamir, M. H., Brehm, D. M., & Johnston, D. E. (1999). Free skin grafting for treatment of distal limb skin defects in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 40(8), 378–382. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1999.tb03104.x>
34. Siefert, T., & Kessler, M. (2020). Outcomes of axial pattern flaps used in distal limb reconstruction in dogs: 28 cases. *Veterinary Surgery*, 49(4), 643–652. <https://doi.org/10.1111/vsu.13398>
35. Siegelmayr, D., & Gradner, G. (2023). Reading man flap in four dogs: A case series. *BMC Veterinary Research*, 19, 159. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03723-z>
36. Siegelmayr, D., Gradner, G., & Martens, A. (2022). Use of subdermal plexus flaps for reconstruction of large facial defects in cats: 9 cases. *BMC Veterinary Research*, 18, 412. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03457-9>
37. Smith, B. J., Ballard, J. B., & Boon, C. (2016). Versatility and outcome of the angularis oris axial pattern flap for facial reconstruction in dogs: 18 cases. *Veterinary Surgery*, 45(3), 321–329. <https://doi.org/10.1111/vsu.12408>

38. Tong, T., & Simpson, D. J. (2012). Free skin grafts for immediate wound coverage following tumour resection from the canine distal limb. *Journal of Small Animal Practice*, 53(9), 520–525. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01250.x>
39. Vallefucio, R., Ritson, K., Taylor, F., Fina, C., & Bello, A. M. (2023). A rotation alar fold flap for cosmetic nasal plane reconstruction: Description of the technique and outcome in three dogs. *Veterinary Sciences*, 10(11), 647. <https://doi.org/10.3390/vetsci10110647>
40. Wallin-Håkansson, N., & Berggren, K. (2017). Orbital reconstruction in the dog, cat, and horse. *Veterinary Ophthalmology*, 20(4), 316–328. <https://doi.org/10.1111/vop.12420>
41. White, R. N., & Boon, C. (2019). Reconstruction of large cutaneous defects using single pedicle rotation flaps in dogs. *Veterinary Surgery*, 48(1), 142–150. <https://doi.org/10.1111/vsu.13141>

Стаття надійшла до редакції 02 лютого 2026 року

Стаття пройшла рецензування 1 березня 2026 року

Стаття опублікована 30 березня 2026 року