

КЛІНІЧНІ ПРОЯВИ РОЗЛАДІВ РЕПАРАТИВНОГО ОСТЕОГЕНЕЗУ У
ХВОРИХ З ПІСЛЯТРАВМАТИЧНИМИ ІШЕМІЧНИМИ
УШКОДЖЕННЯМИ КІНЦІВОК

ДУ «ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ АМН УКРАЇНИ»

С.С. Страфун, А.Т. Бруско, О.В. Долгополов, О.В. Чкалов

Clinical manifestations of reparative osteogenesis impairments in patients having ischemic contractures of extremities

State organization «The Institute of Traumatology and Orthopedics under the Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv

S.S. Strafun, A.T. Brusco, A.V. Dolgoplov, A.V. Chkalov

The study has analyzed the clinical manifestations of the postoperative reparative osteogenesis impairments in 89 patients (pts) with ischemic contractures of the upper (33 pts; 37.1 %) and lower (56 pts; 62.9 %) extremities, who had a previous history of variously localized fractures and variously severe compartment syndrome. Identification of the bulk of patients having this pathology made it possible to conclude that the most common nosologic forms in this pathology are pseudoarthrosis and purulo-necrotic complications. Statistical analysis has revealed the closest direct correlative relationship between the increase in the severity of ischemic contracture of the upper and lower extremity and the occurrence of purulo-necrotic complications (correlation factor: 0.314 and 0.684, respectively).

Key words: *ischemia, reparative osteogenesis, compartment syndrome, osteosynthesis*

Клинические проявления нарушений репаративного остеогенеза у пациентов с ишемическими контрактурами конечностей

ГУ «Институт травматологии и ортопедии АМН Украины», Киев

С.С. Страфун, А.Т. Бруско, А.В. Долгополов, А.В. Чкалов

В работе проанализированы клинические проявления нарушений посттравматического репаративного остеогенеза у 89 пациентов с ишемическими контрактурами верхних (33 (37,1 %) пациентов) и нижних конечностей (56 (62,9 %) пациентов) у которых в анамнезе были переломы различной локализацией и компартмент-синдром разной степени тяжести. Определение массива пациентов с данной патологией позволило сделать заключение, что наиболее распространёнными нозологическими формами при данной патологии есть, ложные суставы и гнойно-некротические осложнения. Проведенный статистический анализ выявил наиболее тесную прямую корреляционную связь между увеличением степени тяжести ишемической контрактуры верхней и нижней конечности и возникновением гнойно-некротических осложнений (коэффициент корреляции 0,314 и 0,684 соответственно).

Ключевые слова: *ишемия, репаративный остеогенез, компартмент-синдром, остеосинтез.*

Репаративна регенерація кістки включає процеси розпаду ушкоджених остеоцитів та міжклітинної речовини, проліферацію остеобластів, які зберегли свою життєздатність та їхню диференцію, відновлення міжклітинних зв'язків (інтеграцію) та адаптаційну перебудову регенерату [1, 11]. Вона може бути повною або не повною. Повна регенерація (реституція) характеризується заміщенням дефекту кістки тканиною повністю ідентичною тій, що була зруйнована. Неповна регенерація (субституція) – кістковий дефект заміщається щільною волокнистою сполучною тканиною, тобто рубцем [6, 11, 15, 17]. Відновлення кістки йде шляхом проліферації клітин камбіального шару окістя, ендоста, мало диференційованих клітин стромы кісткового мозку та мезенхімальних адвентіціальних клітин. Існують три гіпотези про джерела регенерації: неопластична – визнає специфічність та детермінованість кісткоутворення; метапластична - стверджує формування кісткового регенерату за рахунок перебудови спеціалізованих елементів інших тканин та комбінована – допускає, що кістка утворюється, як з специфічних так із неспецифічних клітин [11, 12]. Об'єднує зазначені теорії, це те, що у основі формування нормальної кістки знаходиться відновлення мікроциркуляції крові, отже повноцінної васкуляризації регенерату.

З часів Virchow (1855) відомо, що задля забезпечення оптимальних умов зрощення будь-якого перелому потрібно забезпечення двох головних факторів, це адекватне співставлення та створення щонайкращих умов для кровопостачання уламків травмованої кістки [1, 2, 12]. За даними багатьох авторів задля проходження репаративних процесів у кістці вирішальне значення має збереження кісткового мозку та адекватного кровопостачання, проксимальніше та дістальніше ділянки перелому [3, 14]. Проте навидь, при забезпеченні вищезазначених умов ішемічні ураження м'яких тканин кінцівки можуть компрометувати механізми регенерації кісткової тканини, через порушення кровопостачання, викликаючи при цьому післятравматичні розлади остеогенеза (ПРО) [4, 13].

Післятравматичні розлади репаративного остеогенезу кісток можливо вважати однією з фундаметальних тем ортопедії-травматології, про що свідчить майже 160 річна історія питання, а також нестримне збільшення наукових публікацій у світовій та вітчизняній літературі [1, 5, 6, 16].

ПРО, можливо вважатиме ті, що порушують біологічну закономірність первинного зрощення кістки, як відповідь організму на травму [11]. До ПРО відносять наступні нозологічні форми ортопедичної патології:

- порушення первинного зрощення (первинного та вторинного натягнення кісткової рани, первинного кісткового зрощення, що затримується) кістки;
- несправжній суглоб;

- рефрактура;
- лізис уламків та утворення сегментарних дефектів кісток;
- гнійно-некротичні, зокрема післятравматичний остеомієліт.

Багатьма авторами відмічено щільний зв'язок між рівнем кісткового кровообігу з кровопостачанням м'яких тканин та розвитком розладів остеогенезу [1, 7]. Однак, вплив ішемічного процесу на ПРО майже не досліджувався. Blick E. у ретроспективному огляді майже 200 переломів в/гомілкової кістки знайшов, розповсюдженість супутнього компартмент-синдрому (КС) у 9,1 % [18]. Причому формування несправжніх суглобів у цієї групи пацієнтів спостерігали у 12, 8 % випадків.

Аналіз літературних джерел за останні 10 років виявив те, що все більше уваги приділяється дослідженням магістрального кровообігу та кровообігу живлячих кістку артерій, як взаємообтяжуючих факторів при переломах кісток. Проте роботи, що були присвячені пошкодженню кровообігу на рівні мікроциркуляторного русла кістки, що веде до ішемічного ураження переш за все періостального кровотравлення кістки є поодинокими [2, 10].

Оскільки репарація кісток тісно пов'язана з діленням у першу чергу клітин внутрішнього шару періосту то саме порушення ішемією основного джерела кровопостачання кістки, а саме періостального, призводить до порушення ділення перицитів котрі існують, як клітинні елементи сполучної тканини навкруги Гаверсових каналів.

Більш, ніж 30-річний досвід нашої клініки у вивченні різних аспектів впливу післятравматичного ішемічного процесу у тканинах травмованої кінцівки, звернуло нашу увагу на значні патологічні зміни не лише в м'яких тканинах, але й в кістках. Значний відсоток гнійно-некротичних ускладнень, сповільненої консолідації та формування несправжніх суглобів у хворих з ішемічною контрактурою кисті та стопи [7, 8, 9] спонукали нас до з'ясування епідеміології ПРО у пацієнтів з після травматичними ішемічними розладами.

Мета дослідження - визначити характер та частоту виникнення розладів репаративного остеогенезу у пацієнтів з посттравматичними ішемічними ушкодженнями кінцівок.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ

На базі відділу мікрохірургії та реконструктивної хірургії верхньої кінцівки ІГО АМН України за період 1998 – 2007 роки було проліковано 89 пацієнтів з переломами верхніх та нижніх кінцівок, у яких спостерігали післятравматичні ішемічні розлади. Відповідно, з ішемічною контрактурою (ІК) кисті спостерігали 33 (37,1 %) пацієнтів (перша клінічна група), з ІК

стопи 56 (62,9 %) пацієнтів (друга клінічна група). Виходячи з того, що до аналізу епідеміології ПРО брали пацієнтів з потрійним та більше термінами від нормального терміну зрощення кісток, то всі обрані пацієнти знаходились наприкінці реактивно-відновного та у резидуальному періоді ішемічного процесу. Середній термін спостереження пацієнтів першої групи склав $16,4 \pm 7$ місяців, другої - $15,8 \pm 6$ місяців.

Співвідношення чоловіків до жінок склало 3: 1, середній вік становив $43,4 \pm 12,5$ роки. 70,3 % пацієнтів перенесли високоенергетичну травму, у який переважала дорожньо-транспортна та виробнича травма. 25 (28,1 %) пацієнтів мали в анамнезі відкриті переломи, - 64 (71,9 %) хворих закриті переломи верхніх та нижніх кінцівок. Первинна локалізація переломів, їхня тяжкість (за класифікацією АО [16]) надано у таблицях 1 та 2, відповідно до ступеню тяжкості місцевого гіпертенійного ішемічного синдрому (МГІС) [9, 10].

Таблиця 1. Локалізація та тяжкість переломів у пацієнтів з післятравматичними ішемічними ураженнями верхньої кінцівки.

Локалізація та ступінь тяжкості переломів за класифікацією АО*		Ступінь тяжкості МГІС					
		Легкий		Середній		Важкий	
		Абс	%	Абс	%	Абс	%
Відкриті переломи	Над виростковий плечової кістки (13 - А.3.3/ ІО3 – МТ5)			2	6,1		
	Багатоуламковий перелом виростків плечової кістки звих ліктьової кістки із зміщенням до переду (21 - С3.3/ ІО 4 – МТ 5)					1	3
	Діафізарні обох кісток передпліччя (22 - В2,С3.2,3/ ІО 5 - МТ 5 – NV5)			3	9,1	2	6,1
Закриті переломи	Над виростковий плечової кістки (13- А3.3)			2	6,1	1	3
	Багатоуламкові виростків плечової кістки (13 – С2, С3.3)			3	9,1	4	12,1
	Багатоуламковий перелом виростків плечової кістки звих ліктьової кістки (21- С2, С3.3):						
	- до заду;	1	3				
	- передній			1	3	2	6,1
	Діафізарні обох кісток передпліччя (22 - В2,С3.2,3)			3	9,1	2	6,1
Дистального метаепіфізу променевої кістки (22 - С2,С3. 3)	1	3	2	6,1	1	3	
Переломи-звих проксимального метаепіфізу п'ясних кісток (7)	2	6,1					
ВСЬОГО		4	12,1	16	48,5	13	39,43

- ступень тяжкості перелому за класифікацією АО надано у лапках

Таблиця 2. Локалізація та тяжкість переломів у пацієнтів з після травматичними ішемічними ураженнями нижньої кінцівки.

Локалізація та ступінь тяжкості переломів за класифікацією АО*		Ступінь тяжкості МПІС					
		Легкий		Середній		Важкий	
		Абс	%	Абс	%	Абс	%
Відкриті переломи	Надвиросткові стегнової кістки (33 – А2.3/ ІО3 – МТ5)			1	1,8		
	Багатоуламкові виростків стегнової кістки (33 – В2.3/ ІО 4, 5 -МТ 5): - звих в/гомілкової кістки дозаду			1 1	1,8 1,8	1 3	1,8 3,6 5,3
	Діафізарні кісток гомілки (42 – А2, В2.3, С2.3/ ІО4, 5 - МТ 5 – NV5): в/гомілкової; обох кісток	2	3,6	1 3	1,8 5,3	4	7,1
Закриті переломи	Діафізарні стегнової кістки (32 – С2,3,2,3)			4	7,1		
	Дистального метаепіфізу стегнової кістки (33 – В2. 3, С2.3)	1	1,8	3	5,3		
	Багатоуламкові виростків стегнової кістки (41 – С3) звих в/гомілкової кістки дозаду					2	3,6
	Проксимального метаепіфізу в/гомілкової кістки (41 – В1, 2, С3)	2	3,6	2	3,6		
	Діафізарні кісток гомілки (42 – А3.2,3 – В2.3 – С2,3) - в/гомілкової; - обох кісток	3 1	5,3 1,8	4 5	7,1 8,9	2	3,6
	Переломи дистального метаепіфізу кісток гомілки та кісточок (43,44 – В3,С3)	4	7,1	3	5,3		
	Переломи п'яtkової кістки (8)	1	1,8	2	3,6		
ВСЬОГО		14	25	30	53,6	12	21,4

* - ступінь тяжкості перелому за класифікацією АО надано у лапках

Аналіз нозологічних форм ПРО проводили у порівнянні з клініко-інструментальними показниками післятравматичних ішемічних ушкоджень кінцівок. Оцінювали клінічні (біль, набряк, патологічна рухливість, наявність нориць тощо), рентгенологічні (наявність дефекту кістки, замикальних пластинок, періостальних нашарувань, локального остеопору тощо). До аналізу ПРО брали наступні нозологічні форми: несправжній суглоб, рефрактуру, лізис уламків та сегментарні дефекти кісток, післятравматичний остеомієліт.

Частота та розповсюдженість ПРО у масиві ішемізованих хворих була оброблена математично з застосуванням як параметричних, так і непараметричних критеріїв статистики. Статистичний аналіз отриманих даних був виконаний на ЕОМ РС Pentium IV із використанням пакетів програм „Microsoft Excel” та „Statistica 5,0”.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Частота післятравматичних розладів остеогенеза у пацієнтів зазначених клінічних груп надана у таблицях 3 та 4.

Таблиця 3. Частота виникнення післятравматичних розладів остеогенеза у пацієнтів з післятравматичними ішемічними ураженнями верхньої кінцівки.

Локалізація переломів та ступінь тяжкості ІК (Страфуном С.С. (1991))		ПРО							
		Несправжній суглоб		Рефрактура		Сегментарний дефект		Гнійно-некротичні	
		Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Відкриті переломи	Над виростковий плечової кістки та: - середній ступень ІК	2	6,1						
	Багатоуламковий перелом виростків плечової кістки звих ліктьової кістки із зміщенням до переду та: - важкий ступень ІК							1	3
	Діафізарні обох кісток передпліччя та: - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК			1	3	2	6,1	2	6,1
Закриті переломи	Над виростковий плечової кістки та: - важкий ступень ІК	3	9,1						
	Багатоуламкові виростків плечової кістки та: - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	4	12,1					3	9,1
	Багатоуламковий перелом виростків плечової кістки звих ліктьової кістки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	1	3	1	3			2	6,1
	Діафізарні обох кісток передпліччя та: - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	2	6,1	2	6,1	1	3		
	Дистального метаепіфізу променевої кістки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	1	3	2	6,1			1	3
	Перелоמו-звих проксимального метаепіфізу п'яних кісток та: - легкий ступень ІК							2	6,1
ВСЬОГО		13	39,4	6	18,2	3	9,1	11	33,3

Як видно з таблиці 3, серед пацієнтів першої клінічної групи найбільш розповсюдженими ПРО були несправжні суглоби (13 (39,4 %) випадків) та гнійно-некротичні (11 (33,3 %) випадків) ускладнення. Найчастіше несправжні суглоби (7 (53,8 %) випадків) були у пацієнтів з переломами дистальної метаепіфізарної ділянки плечової кістки та середнім ступенем ІК. Хотілось би

зазначити, що гнійно-некротичні ускладнення спостерігались у практично всіх локалізаціях переломів верхньої кінцівки, зазначені 11 пацієнтів мали важкий ступень ішемічної контрактури.

У шести (18,2 %) пацієнтів спостерігали рефрактури кісток верхньої кінцівки. Найчастіше, по 2 (6,1 %) випадки, рефрактури відбувались у пацієнтів з діафізарними переломами обох кісток передпліччя та важким ступенем ішемічної контрактури, а також у пацієнтів з переломами дистального метаепіфізу променевої кістки та середнім ступенем ІК. Серед 3 (9,1 %) пацієнтів з сегментарними дефектами кісток верхньої кінцівки у двох (6,1 %), дефекти кісток відбулись після діафізарного перелому кісток передпліччя та середнім ступенем ішемічної контрактури.

Таблиця 4. Частота виникнення післятравматичних розладів остеогенеза у пацієнтів з післятравматичними ішемічними ураженнями нижньої кінцівки

Локалізація переломів та ступінь тяжкості ІК (Страфуном С.С. (1991))		ПРО							
		Несправжній суглоб		Рефрактура		Сегментарний дефект		Гнійно-некротичні	
		Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
Відкриті переломи	Надвиросткові стегнової кістки та: - середній ступень ІК			1	1,2				
	Багатоуламкові виростків стегнової кістки та: - середній ступень ІК							3	5,3
	Переломо-звих колінного суглобу та: - важкий ступень ІК							3	5,3
	Діафізарні кісток гомілки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	3	5,3			3	5,3	4	7,1
Закриті переломи	Діафізарні стегнової кістки та: - середній ступень ІК	2	3,6	1	1,2			1	1,2
	Дистального метаепіфізу стегнової кістки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК	2	3,6					2	3,6
	Переломо-звих колінного суглобу та: - важкий ступень ІК							2	3,6
	Проксимального метаепіфізу в/гомілкової кістки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК;	3	5,3					1	1,2
	Діафізарні кісток гомілки та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК; - важкий ступень ІК	4	7,1	2	3,6			5	8,9
						4	7,1		

Переломи дистального метаепіфізу кісток гомілки та кісточок та: - легкий ступень ІК; - середній ступень ІК;	3	5,3	3	5,3			1	1,2
Переломи п'яtkової кістки та: - середній ступень ІК;							3	5,3
ВСЬОГО	17	30,3	7	12,5	8	14,3	24	42,8

Щодо пацієнтів другої клінічної групи, то данні таблиці 4 говорять за те, що найбільш розповсюдженими ПРО є гнійно-некротичні ускладнення (24 (42,8 %) випадки) та несправжні суглоби (17 (30,3 %) випадків) кісток нижньої кінцівки. На відміну від першої клінічної групи серед пацієнтів з гнійно-некротичними ускладненнями спостерігали 13 з важким ступенем та 11 - з середнім ступенем ІК, що склало 54,2 % та 45, 8 % відповідно з загальної кількості пацієнтів з гнійно-некротичними ускладненнями. У другій групі, кількість сегментарних дефектів кісток нижньої кінцівки (8 (14,3 %) випадків) була у 2,5 рази більша, ніж у пацієнтів першої (3 (9,1 %) випадки) клінічної групи. Найчастіше спостерігали сегментарні дефекти гомілки у пацієнтів з наслідками діафізарних переломів (5 (8,9 %) випадків) в/гомілкової кістки та ішемічною контрактурою важкого ступеню. Серед 7 (12,5 %) пацієнтів з рефрактурами нижньої кінцівки, у 3 (5,3 %) вона відбулась на рівні дистального метаепіфізу кісток гомілки та ішемічною контрактурою легкого ступеню.

Отримані данні дозволили провести статистичний аналіз впливу післятравматичних ішемічних розладів на розвиток ПРО у пацієнтів першої та другої клінічних груп (дивись таблицю 5, 6).

Таблиця 5 Статистичний аналіз післятравматичних розладів остеогенезу у масиві хворих з ішемічною контрактурою верхньої кінцівки.

Ступень ІК	ПРО							
	Несправжній суглоб		Рефрактура		Сегментарний дефект		Гнійно-некротичні	
	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**
Легка (1)	1	3	1	3	0	4	2	2
Середня (2)	9	7	3	13	2	2	0	16
Важка (3)	3	10	2	14	1	3	9	4
Коефіцієнт кореляції	- 0,212		- 0,115		< 0,001		0,314	

*- кількість зустрічі даної патології при ІК

** - кількість відсутності зустрічі даної патології при ІК

Данні таблиці 5 говорять про те, що стосовно частоти виникнення післятравматичних розладів остеогенеза на верхній кінцівці існує позитивний кореляційний зв'язок між збільшенням тяжкості ішемічної контрактури та виникненням гнійно-некротичних ускладнень.

Таблиця 6. Статистичний аналіз післятравматичних розладів остеогенезу у масиві хворих з ішемічною контрактурою нижньої кінцівки.

Ступень ІК	ПРО							
	Несправжній суглоб		Рефрактура		Сегментарний дефект		Гнійно-некротичні	
	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**
Легка (1)	8	6	5	9	0	13	0	13
Середня (2)	9	21	2	28	3	27	11	19
Важка (3)	0	12	0	12	5	7	12	0
Коефіцієнт кореляції	- 0,422		- 0,377		0,396		0,684	

*- кількість зустрічі даної патології при ІК

** - кількість відсутності зустрічі даної патології при ІК

На відміну від верхньої кінцівки з даних таблиці 6 видно що існує зворотній кореляційний зв'язок між збільшенням ступеням ішемічної контрактури та виникненням таких ПРО, як несправжні суглоби та рефрактури кісток нижньої кінцівки. Зберігається позитивний прямий кореляційний зв'язок між виникненням сегментарних дефектів кісток нижньої кінцівки, гнійно-некротичними ускладненнями та збільшенням ступеня тяжкості ІК.

Найшільніший позитивний прямий кореляційний зв'язок, в першій та другій групі пацієнтів спостерігався по гнійно-некротичним ускладненням. Тобто, стосовно мети нашої роботи ми з'ясували, що із збільшенням ступеню важкості ішемічної контрактури верхньої та нижньої кінцівки, достовірно збільшується частота виникнення гнійно-некротичних післятравматичних розладів остеогенезу. Клінічні передумови виникнення такої залежності можливо пов'язані із більш розповсюдженим виключенням (або зменшенням) регіонарного кровопостачання кісток при збільшенні ступеня ішемічного ушкодження травмованого сегменту. З іншого боку збільшення масиву ішемізованих тканин є передумовою більш агресивного розвитку гнійно-некротичної інфекції, що збігається із клінічними та експериментальними даними інших дослідників [2, 4, 6, 8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Боер В. А. и Шамрай А.Е. Сравнительное изучение кровообращения в костном мозге и скелетных мышцах при острой ишемии конечности в эксперименте // Ортопед., травматол., и протезир. - 1982. - № 7. - С. 29-32.
2. Григоровский В.В., Лискина И.В. Динамика некоторых показателей внутрикостного давления при острых нарушениях регионарного кровотока в эксперименте // Патолофизиол. и эксперим. терапия. - 1993, - № 3. - С. 12-15
3. Короткоручко А.А., Полищук Н.Е. Анестезия и интенсивная терапия в нейрохирургии. - Изд-во „Четверта хвиля“, 2004. - С. 217-239
4. Назаров Е.А., Селезнев А.В., Внутрикостное кровяное давление // Вестн. травматол. и ортопед, им Н.Н. Приорова.- 2003.- № 1.- С. 91-95
5. Стецула В.И., Боер В.А. и Колотилов Н.Н. Изменения электрических параметров костного мозга при острой ишемии конечности в эксперименте // Ортопед., травматол. и протезиров.- 1978.- № 9. - С. 19-24
6. Стецула В.І., Боер В.А., Бруско А.Т., Григоровський В.В., Ліскіна І.В., Кукуруза Л.П., Найдьонов О.І. Гемодинамічна функціональна проба при вимірюванні внутрішньокісткового тиску для оцінки порушень кровообігу в кістках // Ортопед., травматол. и протезирование - 1996. - № 4. - С.75-80
7. Страфун С.С., Лесков В.Г. Діагностика та лікування місцевого гіпертензійно-ішемічного синдрому нижніх кінцівок // 36. наук, праць співроб. КМАПО ім. П.Л. Шупика. - 2000. - С 80-84
8. Страфун С.С., Бруско А.Т., Ліскіна І.В., Тимошенко СВ., Лопайчук В.О. Взаємозв'язок внутрішньокісткового кровяного та підфасціального тиску // Вісн. ортопед., травматол. та протезув.- 2005. -№ 2. - С.12-15
9. Страфун С.С., Лесков В.Г., Скобенко О.Є., Лопайчук В.А., Тимошенко СВ. Місцевий ішемічний гіпертензивний синдром (компаратмент-синдром) як ускладнення переломів кінцівок // Матеріали Пленуму асоціації ортопедів-травматологів України. - Київ - Вінниця. - 2004. - С.77-78
10. Страфун С.С., Тимошенко С.В. Діагностика та лікування ішемічних уражень, що виникають при переломах кісток кінцівок // Ортопед., травматол. и протезиров. - 2006. - № 1. - С. 24-32.
11. Чобану П.И., Лаврищева Г.И., Козлюк А.С. Стимуляция остеогенеза костномозговыми клетками при осложнённых переломах. – Кишинёв. – «Штиинца». – 1989. – 177 с.

12. Babinkov V. I., Khitrov N. K., Cherkashina Z. A. Effect of Early Fasciotomy on Intramuscular Pressure and Electrical Excitability of Muscles in Experimental Compartment Syndrome // Bull. Experim. Biol. Med. - 2000. - Vol. 130, №9. - P.857-860.
13. Burke T, Kehl DK. Intraosseous infusion in infants // J Bone Joint Surg Am. – 1993. - № 75. – P. 428-429.
14. Denton D Weiss; Douglas M Stevens. Hyperbaric oxygen: A means of decreasing ischemic epiphyseal damage in a pediatric rabbit model // The Journal of Hand Surgery. – 2000. - № 25A. – P. 159.
15. Folkman J. Clinical applications of research on angiogenesis // N Engl J Med. - 1995. - № 333. - P 1757–63.
16. Mubarak S.I., Hargens A.R. Compartment syndromes and Volkmann's contracture. – Philadelphia, W. B. Saunders, 1981. – 232 p.
17. Seiler J.G., Casey P.J., Binford S.H. Compartment Syndromes of the Upper Extremity // J. South Orthop. Assoc. – 2000. – Vol. 9, № 4. – P.233–347.
18. Whitesides T.E., Hahey T.C., Morimoto K., Harada H. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy // Clin. Orthop. -1975. №1. 113.-P. 43-51.