

ПРОБЛЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ МІСЦЕВОГО ГІПЕРТЕНЗІЙНОГО ІШЕМІЧНОГО СИНДРОМУ

Інститут травматології та ортопедії АМН України, Київ.

Страфун С.С., Ткач А. В., Долгополов О.В.

Проблемы диагностики и лечения местного гипертензионного ишемического синдрома.

С.С. Страфун, А.В. Ткач, А.В. Долгополов

Работа посвящена проблемам диагностики и лечения местного гипертензионного ишемического синдрома у 26 пациентов с данным заболеванием. Представлена вся гамма клинико-инструментальных исследований ранних симптомов посттравматической ишемии. Среди инструментальных методов исследования наибольшую ценность представляет инвазивное исследование подфасциального давления, аэронные пробы и доплерография сосудов. При оценке результатов лечения МГИСс использованием фасциотомии и без неё, можно достоверно сказать, что после фасциотомии ишемическая контрактура развивается в 1,7 раз реже (2,4 случая ишемической контрактуры при 4,0 случаях её отсутствия ($p < 0,05$).

Ключевые слова: местный гипертензионный ишемический синдром, ишемия, подфасциальное давление, аэронные пробы

Вступ

Аналіз Світової літератури за останні 10 років виявив те, що проблема діагностики та лікування місцевого гіпертензійного ішемічного синдрому (МГІС) кінцівок залишається не розкритою у Вітчизняній літературі. Поряд із цим, на Заході існує чітка протокольна система діагностики та лікування ішемії кінцівок починаючи від компартмент-синдрому до ішемічної контрактури (ІК). Існує уважне ставлення до випадків компартмент-синдрому, як з боку лікарських закладів так і страхових компаній. За даними Tornetta P. (1996) на лікування одного пацієнта з ішемічною контрактурою у США витрачається близько 280 тис. доларів на рік [17]. Тому, усі діагностично-лікувальні заходи спрямовані на щонайраніше виявлення збільшення тканинного (підфасціального) тиску, що є профілактикою розвитку ішемічної контрактури.

Збільшення підфасціального тиску (ПФТ) залежить від тяжкості травми та часу дії травмуючого агенту [1, 16]. У випадку МГІС, збільшення ПФТ понад 30 мм рт.ст (звісно, у залежності від ступеня тяжкості) відбувається на 8 – 40 хв від епізоду травми [2, 10, 15]. Головним діагностичним заходом, що дозволяє не тільки встановити діагноз компартмент-синдрома але й прийняти рішення про подальшу тактику лікування залишається вимірювання ПФТ інвазивними методами.

У 1975 році Т.Е. Whiteside запропонував стандартизований підхід до вимірювання підфасціального тиску [19]. Експериментально було з'ясовано, що рівень ПФТ 50 мм. рт. ст. є тим, що веде до незворотних некротичних змін у м'язах, отже є показом до фасціотомії. Дискусія щодо критичного рівня ПФТ ведеця й зараз але принциповим лишається положення автора, що фасціотомію доцільно виконувати у залежності від Δ між тканинним та діастолічним тиском, тяжкості травми та клінічного стану пацієнта. Фасціотомію виконують коли різниця між діастолічним тиском та ПФТ складає менше 30 мм рт. ст.

Виходячи з вищезгаданого начебто можливо поставити крапку, однак, останнім часом накопичуються клініко-експериментальні данні про можливість реєстрації більш ранніх показників ніж збільшення ПФТ у разі ішемії. Серед яких виявлення насиченості тканин киснем та у повітрі що видихається пацієнтом є провідними напрямками. Насиченість киснем можливо реєструвати за допомогою: аеронної діагностики, інфрачервоної спектроскопії, лазерної флоуметрії тощо по показникам яких можливо виявити ішемічну загрозу, що передує підняттю підфасціального тиску (див. табл. 1) [6, 12, 14, 18].

Багаторічний досвід діагностики та лікування пацієнтів з післятравматичною ішемією кінцівок у наших відділеннях дозволяє поділитись їм з ортопедичною громадою.

Мета роботи – покращити діагностику та лікування пацієнтів з місцевим гіпертензійним ішемічним синдромом.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика методик діагностики посттравматичної ішемії за J. Songer (2001)

Принцип дослідження	Характеристика методик діагностики									
	Інвазивність	Чутливість/ специфічність	Можливість швидкого отримання даних	Простота використання	Можливість дослідження поверхневих та глибоких шарів тканин	Здатність до моніторингу або дискретності спостереження	Об'єктивність	Чутливість до артеріо-венозного градієнта	Портативність	Економічність
Доплер	-		+	-	+	+		+	-	-
Лазерний доплер	-		+			+			-	-
Флюорисцентне фарбування	+	+	-	-		-	+		-	-
Черезшкірне pO ₂	+	+			-		+		+	+
Черезшкірне pCO ₂	+	+			-		+		+	+
pH-метрія	+		+	+	-	+	+	+	+	+
Duplex-сканування	-	+	+	-	+	+		+	-	-
Флоуметрія	+/-		+	+	+	+	+	+	-	-
Артеріографія	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-
Вимірювання імпеданса	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+
Спектроскопічний імпеданс	+		+	-	+	-	+		-	-
MPT	-		+	-	+	-	+		-	-

Примітка: + – є ознака;

- – немає ознаки;

пропуск – данні відсутні або суперечливі

Матеріали та методи

На базі відділу мікрохірургії та реконструктивної хірургії верхньої кінцівки ДУ «Інститут травматології та ортопедії АМН України» та ДУ «Кримський медичний університет ім. С.И.Георгиевского» за період з 2000 по 2010 роки було проліковано 26 пацієнтів з МГІС. Серед яких на верхній кінцівці - 14 (53,8 %) та 12 (46,1 %) на нижній.

Діагностика МГІС. Всіх пацієнтів з підозрою на МГІС клінічно оцінювали за правилом чотирьох Р (біль, пульс, болючість при пасивних рухах, почервоніння шкіри) [3, 5, 9].

Ступінь тяжкості ішемічного ушкодження встановлювали згідно класифікації Страфуна С.С. (1991) [5, 8]. Пацієнтів з легким ступенем було 4 (15,4 %), з середнім – 6 (23,1 %) та 16 (61,5 %) пацієнтів з тяжким МГІС.

Вимірювання ПФТ виконували всім 26 (100 %) пацієнтам за класичною інвазивною методикою Whiteside із застосуванням серійного приладу „Stryker Intra-Compartmental Pressure Monitor” для одноразового визначення показників при кожному вимірюванні або моніторингу підфасціального тиску катетерним методом (див. рис.1).

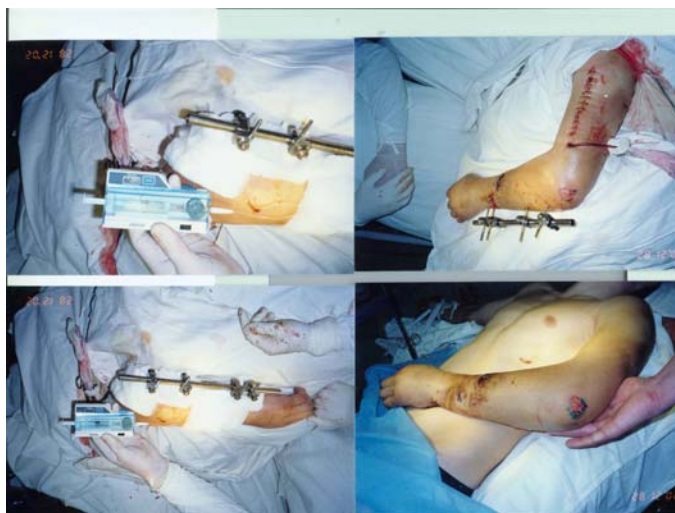


Рис. 1. Вимірювання ПФТ за класичною інвазивною методикою Whiteside із застосуванням серійного приладу „Stryker Intra-Compartmental Pressure Monitor”

У 22 (84,6 %) пацієнтів вивчали аероний склад йонів, що характеризують стан катобалізму людини при гіпоксії – кисень, діоксид вуглецю, азот, аміак, сірководень, водень та ендogenousний спирт.

Виконували дослідження аеронного складу повітря, що видихає пацієнт «дихальна проба» та проба повітря, що оточує ушкоджений сегмент «шкірна проба». У подальшому проводили дослідження порцій повітря на газоаналізаторі (див. рис. 2).



Рис. 2. Аероний діагностичний комплекс.

Аналізували повітря приміщення де проводили дослідження, видихаєме повітря та повітря, що оточує здорову та ушкоджену кінцівку на 5, 10, 15 хв дослідження.

Оцінювали ступень катаболізму, звідки робили висновки про ендogenousну інтоксикацію та об'єм ішимізованих тканин.

Доплерографію судин здійснили у 12 (46,1 %) пацієнтів з МГІС. Вивчали кровоток тих артерій які проходили через уражений ішемією кістково-фасціальний футляр. Дослідження здійснювали за допомогою апарата Philips HD-11 з мультічастотним фазованим датчиком - 5-12 МГц.

Для вивчення стану гемодинаміки у магістральних артеріях при ішемії для подальшого аналізу обирали два показника. Індекс резистентності судин (ІРС), якій вказує на залежність напруження судинної стінки до швидкості проходження по ній пульсової хвилі за одиницю часу та лінійну швидкість

кровотоку (ЛШК), як інтегрального показника пропускної здатності магістральних судин (див. рис.3).

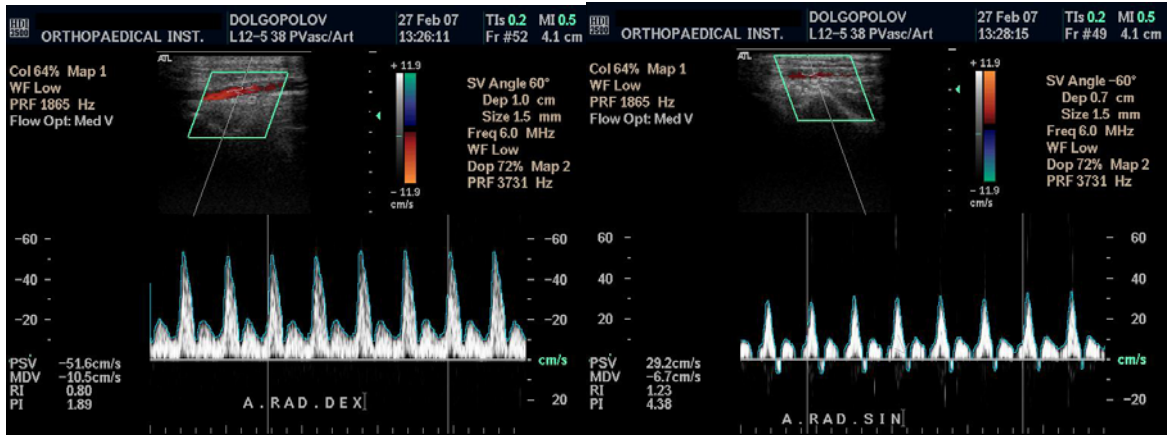


Рис.3. Порівняльна доплерографія магістральних судин у межах здорового та ушкодженого ішемією кістково-фасціального футлярів при середньому ступені МГІС.

У 5 (19,2 %) випадках виконували контрастування магістральних судин на крдіологічній рентгентелевізійній установці. Контрастування судин дозволяло визначити не тільки наявність та характеристики магістрального кровообігу але й ступень компенсації колатерального кровообігу (див. рис. 4).



Рис. 4. Ангіографія судин нижньої кінцівки при тяжкому МГІС.

4 (15,4 %) пацієнтам виконували комп'ютерну томографію (КТ) з контрастним посиленням виконували на апараті "Toshiba" з контрастним

посиленням за допомогою 76 % урографіна у дозуванні 60 мл. За допомогою КТ визначали аваскулярні ділянки м'яких тканин або некрози, що формуються (див. рис. 5).

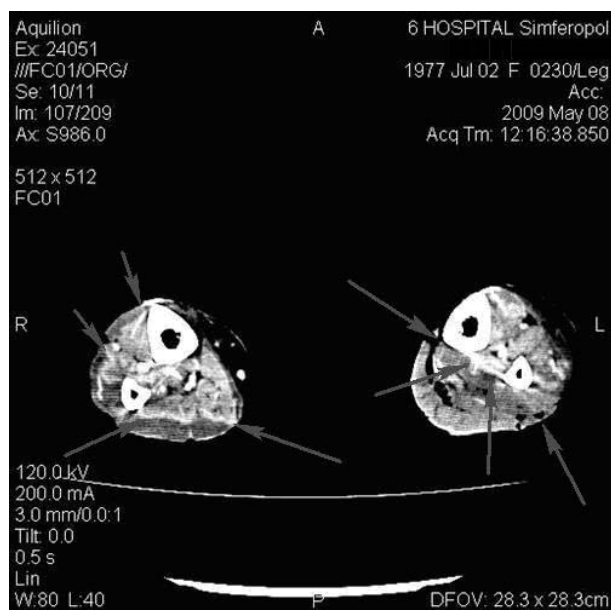


Рис. 5. Компьютерна томографія гомілок при МГІС тяжкого ступеня (стрілками позначені множинні некрози, що формуються).

Лікування МГІС. При легкому МГІС проводили консервативні заходи. А саме, розсічення давлячих пов'язок, перевод травмованої кінцівки на рівень серця, противошокова, протинабрікова та протизапальна терапія тощо.

У пацієнтів з середнім ступенем МГІС виконували підшкірну фасціотомію. При тяжкому МГІС фасціотомію виконували відкрито.

Результати та їх обговорення

Результати діагностики МГІС. Проведені клініко-інструментальні діагностичні заходи при МГІС дозволили встановити локалізацію (ушкоджений ішемією футляр) та тяжкість ішемічного процесу (див. табл. 1).

Таблиця 1. Показники підфасціального тиску при МГІС

Ступень тяжкості	Середні показники ПФТ (мм рт. ст.)	Кількість хворих	
		Абс	%*
ВЕРХНЯ КІНЦІВКА			
Легка	42,5 ± 0,5	1	3,8
Середня	73,6 ± 2,8	2	7,7
Тяжкі	94,1 ± 1,6	7	26,9
НИЖНЯ КІНЦІВКА			
Легка	43,6 ± 0,6	3	11,5
Середня	74,7 ± 2,9	4	15,4
Тяжкі	95,2 ± 1,7	9	34,6
ВСЬОГО		26	100

Примітка * - відсоток надано від загальної кількості (26) пацієнтів з МГІС.

Як видно з таблиці 1, на верхній та нижній кінцівки частіше спостерігали МГІС тяжкого ступеня (7 (26,9 %) та 9 (34,6 %) пацієнтів відповідно). Середні показники підфасціального тиску при тяжкому МГІС були вище за діастолічний і сягали біля 95 мм рт.ст.

Під час проведення аероних проб вирішили виявити кореляцію між ступеню МГІС та некротичними змінами у кінцівках. Кореляцію проводили з контрольною групою, що складалась з 10 волонтерів. Зазначимо, що при легкому МГІС суттєвої кореляційної залежності не виявлено, тому надаємо данні аероних проб при середньому та тяжкому ступені МГІС.

Таблиця 2. Показники аероні проби при МГІС

Базис на проба	Дих пр з/к 5 хв	Дих пр з/к 10 хв	Дих пр з/к 15 хв	Дих пр і/к 5 хв	Дих пр і/к 10 хв	Дих пр і/к 15 хв	Шкір пр з/к 5 хв	Шкір пр з/к 10 хв	Шкір пр з/к 15 хв	Шкір пр і/к 5 хв	Шкір пр і/к 10 хв	Шкір пр і/к 15 хв
Показники кисню при МГІС середнього ступеня												
Стандартне відхилення (δ)												
0,330 774	1,507 164	1,894 652	1,852 621	2,131 918	1,825 091	1,901 953	0,373 969	0,392 953	0,373 969	1,365 623	0,401 376	0,368 223
Середні значення												
21,17 647	18,01 765	18,22 941	18,37 059	17,95 882	17,87 059	18,46 471	21,08 824	21,12 353	21,08 824	20,73 529	21,01 176	21,00 588
Довірительна межа 95% (M)±												
0,157 237	0,716 447	0,900 644	0,880 664	1,013 431	0,867 577	0,904 115	0,177 77	0,186 794	0,177 77	0,649 164	0,190 799	0,175 039
(m) Похибка репрезентативності												
0,080 225	0,365 541	0,459 521	4,334 557	0,517 066	0,442 65	0,461 291	0,090 701	0,095 305	5,190 44	0,331 212	0,097 348	0,089 307
Показники аміаку при МГІС середнього ступеня												
Стандартне відхилення (δ)												

0,013 885	0,012 283	0,010 925	0,012 544	0,011 984	0,008 184	0,008 253	0,009 627	0,012 972	0,010 943	0,012 23	0,013 885	0,012 283
Середні значення												
0,415 826	0,412 652	0,418	0,417	0,413 609	0,404 435	0,404 261	0,405 304	0,407 522	0,408 87	0,410 696	0,415 826	0,412 652
Довірительна межа 95% (M)±												
0,005 674	0,005 02	0,004 465	0,005 127	0,004 898	0,003 345	0,003 373	0,003 934	0,005 301	0,004 472	0,004 998	0,005 674	0,005 02
(m) Похибка репрезентативності												
0,002 895	0,002 561	0,002 278	0,002 616	0,002 499	0,001 707	0,001 721	0,002 007	0,002 705	0,002 282	0,002 55	0,002 895	0,002 561
Показники двоокису вуглецю при МГІС середнього ступеня												
Стандартне відхилення (δ)												
0	0,003 823	0,004 909	0,006 555	0,007 189	0,008 44	0,005 841	0,002 298	0,007 975	0,006 305	0,006 255	0,007 994	0,003 31
Середні значення												
0,039	0,041 5	0,043 278	0,044 444	0,044 167	0,045 056	0,043 667	0,040 111	0,041 778	0,041 111	0,041 778	0,041 556	0,040 611
Довірительна межа 95% (M)±												
0	0,001 766	0,002 268	0,003 028	0,003 321	0,003 899	0,002 698	0,001 062	0,003 684	0,002 913	0,002 89	0,003 693	0,001 529
(m) Похибка репрезентативності												
0	0,000 901	0,001 157	0,001 545	0,001 694	0,001 989	0,001 377	0,000 542	0,001 88	0,001 486	0,001 474	0,001 884	0,000 78

З таблиці 2 видно, поступове раннє (від 5 до 15 хв від епізоду МГІС) збільшення показників рівня іонів азоту, аміаку, сірководню, водню та ендогенного спирту. Поряд із цим спостерігали достовірне збільшення діоксину вуглецю, що характерно для катоболічних реакцій і є безпосереднім показником ішемічного ушкодження тканин. Хотілось би відмітити, що дихальна аерона проба було інформативною не тільки на ранніх стадіях але й на протязі 2 – 6 годин розвитку місцевого гіпертензійного ішемічного синдрому.

Як було вказано вище 12 (46,1 %) пацієнтам з МГІС виконували доплерографією магістральних судин, результати якої надано у таблиці 3.

Таблиця 3. Доплерографічне обстеження судин у пацієнтів з МГІС.

Назва артерії	Доплерографічні показники					
	ІРС			ЛШК		
	хв	зд	%	хв	зд	%
АТЕРІЇ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ						
Плечова	0,88	0,94	93,62	5,02	6,94	72,33
Променева	0,70	0,76	92,10	4,90	9,65	50,78
Ліктьова	0,87	0,95	91,58	5,01	6,95	72,09
Долонна дуга	0,69	0,77	89,61	4,89	9,66	50,62
АРТЕРІЇ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ						
Підколінна	0,86	0,96	89,58	5,0	6,96	71,84
Передня великогомілкова	0,68	0,78	87,18	4,88	9,7	50,31
Задня великогомілкова	0,85	0,97	87,63	4,99	6,97	71,59
Тильна стопи	0,67	0,79	84,81	4,87	9,71	50,15
ВСЬОГО	0,77	0,86	89,51	4,87	8,32	61,21

Примітка: * - різниця доплерографічних показників магістрального кровотоку в ішемізованій та здоровій кінцівках у відсотках

Як видно з таблиці 3 магістральний кровообіг був змінений у всіх випадках МГІС. На верхній кінцівці найбільші зміни спостерігали у долонній дузі відсоткова різниця у порівнянні із здоровим боком по ІРС склала 89,61 %, а лінійна швидкість кровотока була змінена на 59,62 %. На нижній кінцівці найбільше ушкоджувалась тильна артерія стопи різниця ІРС – 84,81 % та ЛШК – 50,15 %. Звідки можливо зробити висновок про більш тяжкий вплив ішемії на дистальні сегменти травмованих кінцівок.

Аналізуючи результати контрастування магістральних судин можливо зробити попередні висновок про редукцію колатерального кровообігу у разі тяжкого МГІС навіть при збереженні прохідності магістральних судин.

Безумовним позитивним наслідком виконання КТ з контрастним посиленням була можливість раннього діагностування і прогнозування поширеності некротичних змін у ішімізованих тканинах. Майбутні ділянки некрозів, у межах ушкодженого ішемією кістково-фасціального футляру, виявляли по характерному симптому «межі некротичних опіків».

Результати лікування МГІС. За головний критерій оцінки результатів лікування МГІС обрали ретроспективний аналіз розвитку ішемічної контрактури кисті та стопи (див. табл. 4).

Таблиця 4. Частка виникнення ішемічної контрактури після проведеного лікування МГІС

Ступеньтяжкості МГІС	Проведене лікування МГІС					
	Консервативне		Фасціотомія			
			підшкірна		відкрита	
	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**	(1) є*	(0) немає**
ВЕРХНЯ КІНЦІВКА						
Легкий	1	2	0	0	0	0
Середній	1	1	2	4	3	5
Тяжкий	7	0	4	5	4	4
P	>0,05		>0,05		не достовірно	
НИЖНЯ КІНЦІВКА						
Легкий	2	3	0	1	0	0
Середній	2	2	3	5	4	6
Тяжкий	8	1	5	6	4	5
P	< 0,05		= 0,025		< 0,01	

* – кількість випадків виникнення ішемічної контрактури;

** – кількість випадків відсутності ішемічної контрактури.

Проведений статистичний аналіз дозволив з'ясувати, що в зв'язку з невеликою кількістю варіант у дослідних групах для статистичної обробки та аналізу були використані непараметричні критерії статистики: критерій відмінностей U (Вількоксона-Манна-Уитни) та точний метод Фішера [1].

Оцінка всіх випадків лікування при всіх ступенях тяжкості МГІС можливо достовірно сказати, що після фасціотомії ІК зустрічається у 1,7 разів менше. У середньому ішемічна контрактура відбувалася у 2,4 випадків при 4,0 випадках її відсутності ($p < 0,05$).

На верхній кінцівці не виявлено достовірних різниць між результатами консервативного та оперативного лікування, хоча у тяжких випадках при консервативному лікуванні ішемічна контрактура розвинулась у всіх випадках. Тоді як після фасціотомії (і підшкірній і відкритій) ІК спостерігалась тільки у половині випадків.

На нижній кінцівці виконання відкритої фасціотомії дає достовірно кращі результати чим при консервативному лікуванні при тяжкому МГІС. Виявлено $83 \pm 17\%$ ІК проти $17 \pm 17\%$ відсутності ІК, однак після фасціотомії ІК спостерігалась у $25 \pm 11\%$, а у $75 \pm 11\%$ вона була відсутня ($p < 0,01$).

Обговорення

Отже, діагностика місцевого гіпертензійного ішемічного синдрому є важливою та складною. Важливість діагностики МГІС обумовлена необхідністю раннього виявлення ішемічної загрози. Крилатий вислів Брукса, що «... при появі симптомів класичної контрактури Фолькмана, війна з ішемією вже програна», є актуальним і в наш час. Тяжкість діагностики заключається у швидкості формування збільшеного підфасціального тиску та ліміту часу для адекватного лікування МГІС на ґрунті важкого загального стану пацієнта, наявності супутньої патології а також наявного устаткування «по швидкій допомозі». Відсрочене виконання декомпресії не попереджає розвиток трофічних розладів, отже є не ефективним, а являє собою вхідними воротами для інфекції на ґрунті некротично змінених тканин.

Наш досвід вказує що всі діагностичні заходи МГІС можливо підпорядкувати на дві групи.

Перша група – дозволяє виявити ступень ішемічного ушкодження сегменту (визначення підфасціального тиску, аероний метод, КТ з контрастним посиленням, МРТ).

Друга група – дозволяє виявити порушення магістрального та колатерального кровообігу (ангіографія, доплерографія).

Поряд із цим при проведенні чітких діагностичних заходів лікування МГІС є нескладною проблемою, у сенсі складності виконання доступів до уражених кістково-фасціальних футлярів, інструментального забезпечення тощо. Однак нехтування запропонованими діагностичними заходами призводить до формування важкої ішемічної контрактури, лікування котрої є складною проблемою, що потребує надзвичайних зусиль, як від пацієнта так і від всього персоналу відділення де він лікується.

Список літератури

1. Диагностика и лечение хронических сосудистых заболеваний органов пищеварения. Монография. / Ю.И. Решетилов – Запорожье: О-макет, 2007.- С.206.
2. Скелетний м'яз – проблеми реіннервації / Г.Б. Костинський. – К.: Здоров'я 1997. – 135 с.
3. Скелетные мышцы (строение и функция) / А. Дж. Мак-Комас. – К.: Олимпийская литература, 2001. – 407 с.
4. Назаров Е.А. Внутрикостное кровяное давление / Е.А. Назаров, А.В. Селезнев// Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова . – 2003. – № 1. – С. 91 – 95.
5. Страфун С.С. Діагностика та лікування місцевого гіпертензійно-ішемічного синдрому нижніх кінцівок/ Страфун С.С., Лесков В.Г.// 36. наук. праць співроб. КМАПО ім. П.Л. Шупика. – 2000. – С. 80–84.
6. Страфун С.С. Сравнительные способы диагностики местного гипертензионно-ишемического синдрома / С.С.Страфун, А.В.Ткач, Ю.И.Решетилов, С.Н.Дмитриева // Травма. т 10, № 2. – 2009 - С. 226 – 229
7. Місцевий ішемічний гіпертензивний синдром (компаратмент-синдром) як ускладнення переломів кінцівок / Страфун С.С., Лесков В.Г., Скобенко О.Є., Лопайчук В.А., Тимошенко С.В. // Матеріали Пленуму асоціації ортопедів-травматологів України. – Київ – Вінниця, – 2004. – С.77–78.
8. Страфун С.С. Діагностика та лікування ішемічних уражень, що виникають при переломах кісток кінцівок/ Страфун С.С., Тимошенко С.В. // Ортопед., травматол. и протезиров. – 2006. – № 1. – С. 24–32.
9. Профілактика, діагностика та лікування ішемічних контрактур кисті та стопи / Страфун С.С., Бруско А.Т., Лябах А.П. та ін... – К.: Стилос, 2007. – 264 с.
- 10.V. I. Babinkov. Effect of Early Fasciotomy on Intramuscular Pressure and Electrical Excitability of Muscles in Experimental Compartment Syndrome /

- V. I. Babinkov, N. K. Khitrov, Z. A. Cherkashina // Bull. Experim. Biol. Med. – 2000. – Vol. 130, №9. – P.857–860.
11. Significance of the determination of Doppler sonography haemodynamic indices for the assessment of distal perfusion in patients with critical ischemia of lower limbs / Cizmic M., Kronja G., Ajdinovic B., Pucar D. // Vojnosanit Pregl. - 2006. – Jul №63(7). – P. 653-662.
 12. J. L. Fleckenstein. Muscle imaging in health and disease / J. L. Fleckenstein, J. V. Crues, C. D. Reimers. - New York: Springer-Verlag, 1996. – 78 p.
 13. M. Giannini, H. Value of ultrasonographic contrast in duplex scanning of leg arteries. Comparison with conventional duplex scanning and arteriography / M. Giannini, H. Almeida Rollo, W. Bonetti Yoshida // Int. Angiol. – 2004. – Sep №23(3). – P. 263-269.
 14. Sonography of the musculoskeletal system / P. A. Kaplan // AJR. – 1990. - Vol. 155. – P. 237 - 245.
 15. S.I. Mubarak. Compartment syndromes and Volkmann's contracture / S.I. Mubarak, A.R. Hargens. – Philadelphia: W. B. Saunders, 1981. – 232 p.
 16. J.G. Seiler. Compartment Syndromes of the Upper Extremity / J.G. Seiler, P.J. Casey, S.H. Binford // J. South Orthop. Assoc. – 2000. – Vol. 9, № 4. – P.233–347.
 17. P. Tornetta. Compartment syndrome associated with tibial fracture / P. Tornetta, D. Templeman // J Bone Joint Surg. – 1996. – V. 78-A, N.9.-P. 1438 – 1444.
 18. M. Van Holsbeeck. Musculoskeletal ultrasound / M. Van Holsbeeck, J. Introcaso. - St. Louis: My Book, 1991. – 316 p.
 19. T.E. Whiteside. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy / T.E. Whiteside, T.C. Hahey, K. Morimoto, H. Harada // Clin. Orthop. –1975. – Vol. 113, №1. –P. 43–51.