

მაჯის მიდამოს ულტრაბგერითი კვლევის შესაძლებლობები საშუალო ნერვის პათოლოგიათა დიაგნოსტიკაში

თ. გურგენიძე, მ. ტატიშვილი.

სამედიცინო ცენტრი „იუნონა“.

WRIST ULTRASOUND IN THE MEDIAN NERVE PATHOLOGIES

GURGENIDZE T, TATISHVILI M.

Medical Center „Iunona“

რეზიუმე

კვლევის მიზანი იყო მაჯის არხის საპროექციო არეში ნეიროგენულ პათოლოგიათა დიფერენცირება, რაც მნიშვნელოვანია ნევროლოგიურ და ქირურგიულ პრაქტიკაში.

პაციენტები და მეთოდები: კვლევაში ჩართული იყო 170 პაციენტი, რომელთაც უტარდებოდა მტევნისა ულტრაბგერითი კვლევა (ართროსონოგრაფია).

შედეგები: 118 შემთხვევაში ინახა მტევნის სხვადასხვა პათოლოგია. ჩივილების გათვალისწინებით, დანარჩენ 62 პაციენტთან, რომელთაც სონოგრაფიით მტევნის პათოლოგია არ გამოუვლინდათ, ეჭვი იქნა მიტანილი ვერტებრული გენეზის ნეიროგენული პათოლოგიებზე და გაიგზავნა შემდგომი კვლევებისათვის (კისრის მიდამოს რენტგენოგრაფია, კტ, მრტ). ყველა ასეთ შემთხვევაში კლინიკური პრობლემის სავარაუდო ნეიროგენული გენეზი დადასტურდა.

დასკვნა: ულტრაბგერითი კვლევისას მთელ სიგრძეზე ფასდება ნერვული ღეროს ანატომიური მთლიანობა, მისი სტრუქტურა, ნერვის კონტურების სიმკვეთრე და გარშემომყოფი ქსოვილების მდგომარეობა, რაც დიაგნოსტიკური მენეჯმენტის მაქსიმალურად ადეკვატური წარმართვის და შესაბამისად, მკურნალობის ადეკვატური და ზუსტი ტაქტიკის განსაზღვრის საშუალებას გვაძლევს.

საკვანძო სიტყვები: მაჯა, კარპული არხი, საშუალო ნერვი, კომპრესია, პარესთეზია, ნევრომა, განგლიონი, ართროსონოგრაფია

Summary

The purpose of the paper is to present our experience of differential diagnosis of neurological pathology of median nerve canal which is very important for neurological and surgical practice.

Material and methods: The study includes 170 wrist sonography patients.

Results: 118 patients had different carpal tunnel pathologies; In the rest 62 cases, when the wrist pathology was excluded by ultrasound, neurogenic problem was suspected and confirmed by subsequent X-Ray, CT and MRI studies.

Conclusion: Ultrasound enables to evaluate the hole anatomy of carpal tunnel including nerve stem, structure and changes of surrounding soft tissues. It enables to use the maximally adequate diagnostic algorithm and leads to proper treatment management in every particular case.

Key words: wrist, carpal tunnel, compression, paresthesia, nevroma, ganglion, US.

პერიფერიული ნერვული სისტემის ულტრაბგერითი კვლევა პირველად დამკვიდრდა გასული საუკუნის 90-წლებში. ამ მეთოდს უდაოდ აქვს უპირატესობა სხვა დიაგნოსტიკის მეთოდებს შორის. ელექტრომიოგრაფიული მეთოდი (ელექტრო- და ნეირომიოგრაფია), რომელიც ითვლებოდა „ოქროს სტანდარტად“ პერიფერიული ნერვული სისტემის დიაგნოსტიკაში, ვერ გვაძლევდა ინფორმაციას ნერვის გარშემო მყოფ ქსოვილებზე, ვერც ნერვული ღეროს დაზიანების მიზეზს და ხასიათს განსაზღვრავდა, რასაც უნდა ეყრდნობოდეს მკურნალობის ტაქტიკა. (1)

ულტრაბგერითი სონოგრაფიის დანერგვამ მოხსნა ეს პრობლემები. აღნიშნული კვლევისას ფასდება ნერვული ღეროს ანატომიური მთლიანობა, მისი სტრუქტურა, ნერვის კონტურების სიმკვეთრე და გარშემომყოფი ქსოვილების მდგომარეობა.

ნერვის სტრუქტურის ცვლილების დროს ვადგენთ

დაზიანების ტიპს - სრულია თუ ნაწილობრივი დაზიანება; კომპრესიის დროს ნერვის დაწვრილების მიხედვით ვაფიქსირებთ კომპრესიის ზონას და ხარისხს. მოცულობითი წარმონაქმნის არსებობისას ვაფიქსირებთ მის ზომას, სტრუქტურას, კონტურებს, გარშემომყოფ რბილ ქსოვილებთან დამოკიდებულებას, სისხლის ნაკადის მიხედვით ვასკულარიზაციის ხარისხს. (2)

პირველ რიგში ვახდენთ ნერვის ვიზუალიზაციას განიც ტრილში, რომელიც ავლენს ნერვის მკვეთრ ოვალურ ჰეტეროგენულ სტრუქტურას. შემდეგ კი მივყვებით მას პროქსიმალურად და დისტალურად სიგრძივ ტრილში, რაც იძლევა ნერვის გამოკვლევის საშუალებას მთელ სიგრძეზე. შესაძლებელია მისი სისქის გაზომვა. აუცილებელია საკვლევი მიდამოს ანატომიის კარგი ცოდნა.

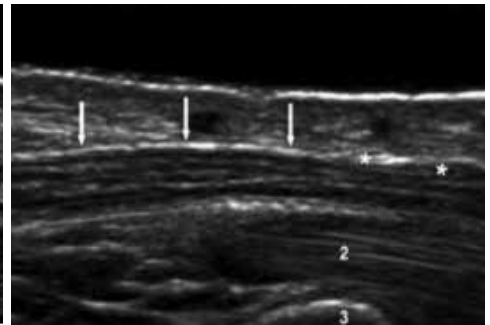
ამჯერად თქვენს ყურადღებას შევაჩერებთ საშუალო ნერვზე (ნ. მედიანუს საერთაშორისო ანატომიური



სურათი 1. მაჯის არხის სტრუქტურული გამოსახულება.



სურათი 2. მაჯის არხი-განივი სონოგრამა: ისარი-საშუალო ნერვი; *-მომხრელთა მყესების საბმელი; 2- მომრელი მყესები.



სურათი 3. მაჯის არხი-სივრძივი სონოგრამა: ისრები-საშუალო ნერვი; *-მომხრელთა მყესების საბმელი; 2-მომრელთა საერთო მყესი; 3-სხვიის ძვლის დისტალური ნაწილი.

ნომენკლატურის მიხედვით ითარგმნება როგორც საშუალო ნერვი).

საშუალო ნერვი ფორმირდება მხრის წნულის ლატერალური და მედიალური კონებისგან. ის ითვლება ზედა კიდურის ყველაზე მსხვილ ნერვად, რომლის სონოგრაფიული ვიზუალიზაცია შედარებით მარტივია, როგორც მხრის არეში, ისე იდაყვის სახსრის და წინამხრის წინა ზედაპირზეც. საშუალო ნერვი, თავისი ზედაპირული მდებარეობის გამო, განსაკუთრებით კარგად ისახება მომხრელთა მყესებს შორის, თითების მომხრელთა საბმელის ქვეშ - ე.წ. კარპულ (მაჯის) არხში. ამ არხის დისტალურ ნაწილში საშუალო ნერვი იტოტება თითების ხელგულის საერთო ნერვებად, რომელთა სონოგრაფიული ვიზუალიზაცია შეესაძლებელია. (3)

საშუალო ნერვის პათოლოგიების ულტრაბგერით დიაგნოსტიკა საკმაოდ წარმატებით ხორციელდება ჩვენს კლინიკაში. ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა 170 პაციენტი მაჯის არხის საპროექციო არეში ჩივილებით, რაც კლინიკურად ვლინდებოდა ტკივილით და პარესთეზიით ნერვის გასწვრივ თითების მოძრაობისას, განსაკუთრებით ღამის საათებში.

მაჯის (კარპული) არხის სინდრომი - საშუალო ნერვის კომპრესიული ნეიროპათიაა, რომელიც გვხვდებოდა:

- უშუალოდ საშუალო ნერვის პათოლოგიის დროს (17 პაციენტი);

- მომხრელთა მყესების საბმელის აღნიშნულ ნერვზე ზეწოლისას (23 პაციენტი);

- არხის შემადგენლობაში შემავალი სხვა სტრუქტურების საშუალო ნერვზე ზეწოლისას (55 პაციენტი). (5)

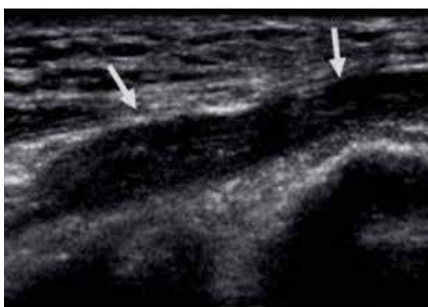
საშუალო ნერვის ცვლილებები სონოგრაფიულად გამოიხატება ზომისა და ექოსტრუქტურის ცვლილებებით: საშუალო ნერვი სქელდება მაჯის არხის პროქსიმალურ ნაწილში, ხოლო დისტალურ ნაწილში ბრტყელდება და წვრილდება. მისი ექოსტრუქტურა დაქვეითებულია, ბოჭკოვანი სტრუქტურა წაშლილია, ხშირია ჰიპერვასკულარიზაცია. (4)

უშუალოდ საშუალო ნერვის პათოლოგიის დროს განვითარებული კარპული არხის სინდრომი დავაფიქსირეთ 17 შემთხვევაში. 9 შემთხვევაში მიზეზს წარმოადგენდა ქრონიკული ტრავმატიზაცია (განსაკუთრებით მუსიკოსებში, პროგრამისტებში).

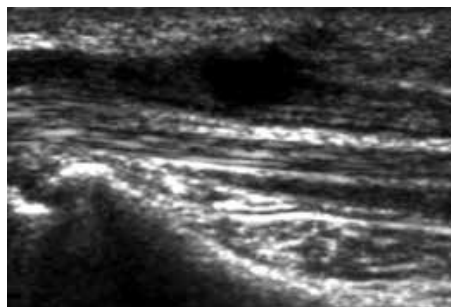
8 შემთხვევაში აღნიშნული სინდრომის მიზეზი იყო ტრავმა, რამაც გამოიწვია საშუალო ნერვის ნაწილობრივი დაზიანება.

მაჯის არხში საშუალო ნერვზე გარშემომყოფი სტრუქტურების ზეწოლა პრაქტიკაში უფრო ხშირად გვხვდება.

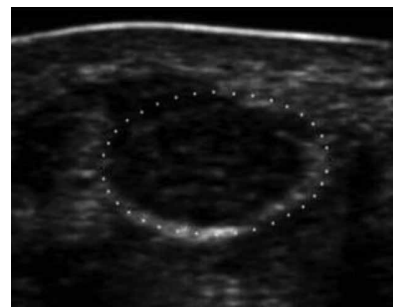
კომპრესიის არეში ნერვი ყოველთვის შესივებულია, შორსწასულ შემთხვევაში კი ფიბროზირებული. ქრონიკული პროცესი მოტორული და სენსორული დისფუნქციით მთავრდება.



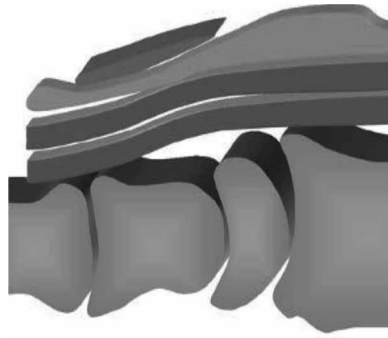
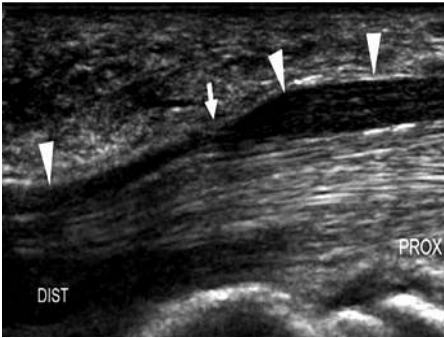
სურათი 4. ქრონიკული ტრავმატიზაციის შედეგად განვითარებული კარპული არხის სინდრომი



სურათი 5. საშუალო ნერვის ნაწილობრივი დაზიანებისას კარპული არხის სინდრომი.



სურათი 6. მაჯის არხის პროქსიმალური ნაწილში შესივებული საშუალო ნერვი. ფართობი>10 კვ. მმ.



სურათი 7. მომხრელთა მყესების საბმელის მიერ მაჯის არხში საშუალო ნერვის კომპრესია: კომპრესიის პროქსიმალურად ნერვი გასქელებულია, დისტალურად დაწვრილებული.

სურათი 8. მაჯის არხის დისტალური ნაწილში გაბრტყელებული საშუალო ნერვი.

პრაქტიკაში გამოიყენება მაჯის არხში საშუალო ნერვის კომპრესიის შემდეგი ძირითადი დიაგნოსტიკური კრიტერიუმები:

- ცერცვისებრი ძვლის დონეზე საშუალო ნერვის განივი კვეთის ფართობის გაზრდა 0,10 კვ.სმ-ზე მეტად,
- არხის დისტალურ ნაწილში გაბრტყელების კოეფიციენტის მატება 3,3-ზე ზევით;
- ფერადი კარტირების რეჟიმში დოპლეროგრაფიით კომპრესიის ადგილზე ნერვშიდა ჰიპერვასკულარიზაცია.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პირველი 2 კრიტერიუმი. (8)

მომხრელთა მყესების საბმელის საშუალო ნერვზე ზეწოლა დავაფიქსირეთ 23 შემთხვევაში.

არხის შემადგენლობაში შემაჯავალი სხვა სტრუქტურების საშუალო ნერვზე ზეწოლა დავაფიქსირეთ 55 პაციენტთან. მათგან მთვარისებრი ძვლის დისლოკაციისას 1 შემთხვევა

უფრო ხშირი იყო რევმატოიდული ართრიტის დროს მომხრელთა მყესების ტენოსინოვიტის გამო განვითარებული საშუალო ნერვის კომპრესია (23 პაციენტი).

მაჯის არხში განგლიონის არსებობისას განვითარებული კარპული არხის სინდრომიც საკმაოდ ხშირია, შეგვხვდა 18 შემთხვევაში.

1 პაციენტთან განგლიონი ახდენდა თითების საერთო ნერვის კომპრესიას.

რბილქსოვილოვანი წარმონაქმნების გამო საშუალო ნერვზე კომპრესია დავაფიქსირეთ 4 შემთხვევაში. მიზეზი იყო მომხრელი მყესის ბუდის გარსის გიგანტურჯრედოვანი სიმსივნე. სურათი 13.

1 პაციენტთან საშუალო ნერვზე კომპრესიის მიზეზი ამილოიდური ნადები იყო. სურათი 14.

შეგვხვდა საშუალო არტერიის თრომბოზის გამო საშუალო ნერვის კომპრესიის 2 საინტერესო შემთხვევა. სურათი 15.

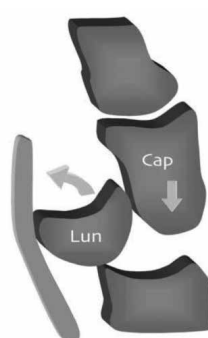
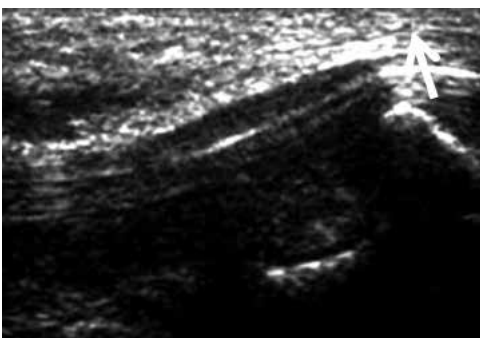
1 პაციენტთან საშუალო ნერვზე ზეწოლა დავაფიქსირეთ თანდაყოლილი პათოლოგიების გამო, კერძოდ მომხრელი მყესების გასწვრივ მდებარე ანომალური კუნთის არსებობისას. სურათი 16.

იყო დამატებითი საშუალო არტერიით საშუალო ნერვის კომპრესიის 1 შემთხვევაც. სურათი 17.

არხის შიგნით წნევის მომატების გამო ათლეტებში შეგვხვდა მომხრელთა საბმელის ხელისგულისმხრივი გამობერვა (3 პაციენტი). ეს გამობერვა შეინიშნებოდა მაჯის არხის დისტალური ნაწილის დონეზე, რაც წარმოადგენდა საშუალო ნერვის კომპრესიის მიზეზს.

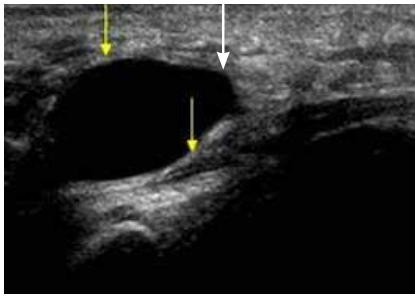
შეგვხვდა ასევე ნერვის იატროგენული დაზიანება (1 პაციენტი), ნერვის დაზიანება ოპერაციული ჩარევის შემდგომი გართულების სახით (2 შემთხვევა).

ცალკე გავაანალიზოთ საშუალო ნერვის ტრავმული დაზიანებების შემთხვევები, რაც გვხვდება ნერვის ანატომიური მთლიანობის სრული და ნაწილობრივი

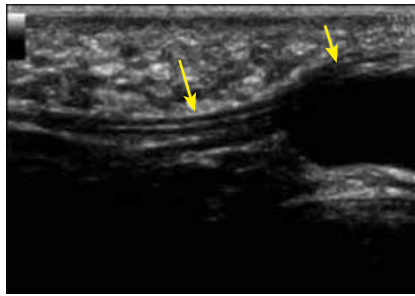


სურათი 9. დაცემის შემდეგ მთვარისებრი ძვლის დისლოკაციის შედეგად განვითარებული კარპული არხის სინდრომი.

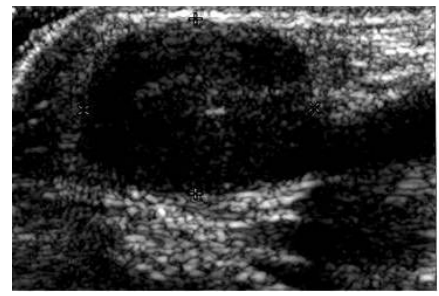
სურათი 10. *-მომხრელთა მყესების ტენოსინოვიტის გამო განვითარებული საშუალო ნერვის კომპრესია.



სურათი 11. განგლიონით გამოწვეული კარპული არხის სინდრომი.



სურათი 12. განგლიონის მიერ თითების საერთო ნერვის კომპრესია.



სურათი 13. მომხრელი მყესის ბუდის გარსის გიგანტურჯრედოვანი სიმსივნის მიერ საშუალო ნერვის კომპრესია

დაზიანების სახით ან ნერვის დაურღვეველი გარეთა კონტურის ფონზე ნერვული ღეროს შიდა სტრუქტურის დაზიანების სახით. მიზეზები მრავალფეროვანია: ბასრი ჭრილობები, ძვლის ნამსხვრევები, შეცილებული ძვლები, ძვლოვანი კორძი, ნაწიბუროვანი ქსოვილი და ა.შ. (9)

ტრავმული ნევრომები ლოკალიზაციის და დაზიანების ხარისხის მიხედვით (სრულია თუ ნაწილობრივი დაზიანება) 2 ტიპისაა: ტერმინალური და ღეროშიდა. ნევრომის სტრუქტურა ჰიპოექოგენურია, ერთგვაროვანია. მას აქვს მკაფიო კონტური, ხოლო ზომა დამოკიდებულია დაზიანებული ნერვის ზომაზე. დიფერენციული დიაგნოსტიკისათვის მნიშვნელოვანია, რომ ის არის ავასკულარული. ნევრომების ზომები ვარიანტულურია, ზოგჯერ რამდენიმე სმ-მდეც აღწევს. (7)

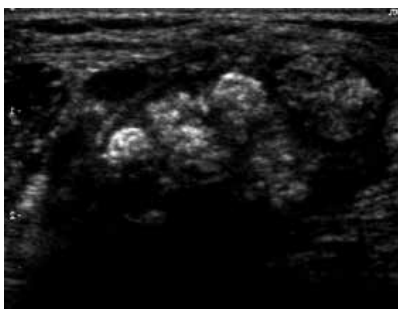
ტერმინალური ნევრომა გვხვდება ნერვის სრული დაზიანების დროს (4 პაციენტი). მას ვაკვირდებით დინამიკაში. ნერვის პოსტტრავმული სრული გაგლეჯის შემდეგ საწყის ეტაპზე სონოგრაფიულად ვლინდებოდა ნერვის ანატომიური მთლიანობის დარღვევა პროქსიმალურ და დისტალურ ნაწილებს შორის დიასტაზის დაფიქსირებით, თუმცა განცალკევებული ნაწილების სტრუქტურა ამ ეტაპზე დიდად არ იყო შეცვლილი. გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ (1 თვიდან 1 წლამდე) დაზიანებული ნერვის პროქსიმალურ კიდებზე ფორმირდებოდა პოსტტრავმული ნევრომა, ხოლო სრულიად განლეული დისტალური კიდე საერთოდ აღარ იდენტიფიცირდებოდა. სურათი 18.

ნერვის ნაწილობრივი დაზიანების დროს ვითარდება ღეროშიდა ნევრომა, რომელიც უშუალოდ დაზიანებულ ღეროში ისახება (5 შემთხვევა). ექოსტრუქტურით ორივე ტიპის ნევრომები იდენტური იყო. სურათი 19.

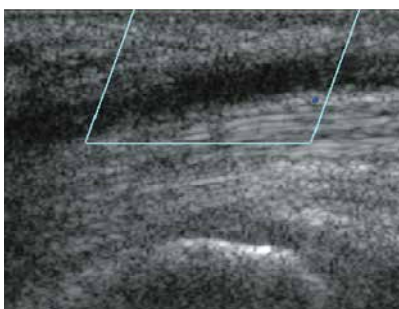
შეგვხვდა ნერვის კონტუზიის 3 შემთხვევა. ამ პათოლოგიის დროს გარეთა ნევრალური გარსის მთლიანობის დაურღვევლად იცვლება ნერვის ღეროს შიდა სტრუქტურა. ნერვის კონტური ხდება არამკვეთრი, სტრუქტურა ჰიპოექოგენური, გასქელებული. ეს ცვლილებები უშუალოდ ტრავმის ლოკალიზაციით შემოიფარგლება და მნიშვნელოვნად არ ითრევს პათოლოგიურ პროცესში პროქსიმალურ და დისტალურ ნაწილებს.

შვანომა და ნეიროფიბრომა – პერიფერიული ნერვების გავრცელებული კეთილთვისებიანი სიმსივნეებია. სონოგრაფიული სურათი მსგავსია (6 შემთხვევა): ნერვის სიგრძივ ღერძზე ლოკალიზებული მკვეთრი კონტურის ოვალური ან თითისტარა ფორმის წარმონაქმნი დორზალური გაძლიერების ეფექტით. ზომები მერყეობს 2-დან 5 სმ-მდე. ვასკულარიზაცია, როგორც წესი, მომატებულია. ამ ორი წარმონაქმნის ზუსტი დიფერენცირება სონოგრაფიულად შეუძლებელია. ამ მიზნით აუცილებელია ჰისტოლოგიური კვლევა (6) სურათი 20.

საშუალო ნერვის ავთვისებიანი სიმსივნეებზე გამოვთქვით ვარაუდი 2 შემთხვევაში. ეს წარმონაქმნები გამოირჩეოდნენ უფრო დიდი ზომებით (5 სმ-ზე მეტი), არამკვეთრი კონტურით, არაერთგვაროვანი სტრუქტურით, უმეტესად კალცინატებით და გარშემომყოფი ქსოვილების ინფილტრაციით. ყურადღებას იქცევდა



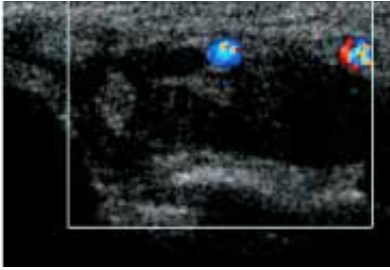
სურათი 14. ამილოიდური ნადებიით საშუალო ნერვის კომპრესია.



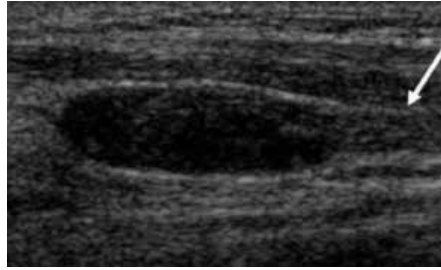
სურათი 15. საშუალო არტერიის თრომბოზით გამოწვეული საშუალო ნერვის კომპრესია.



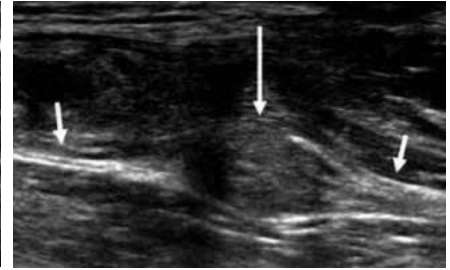
სურათი 16. ანომალური კუნთით საშუალო ნერვის კომპრესია.



სურათი 17. დამატებითი საშუალო არტერიით საშუალო ნერვის კომპრესია.



სურათი 18. ტერმინალური პოსტტრაგმული ნევრომა: ისარი-პროქსიმალური ნაწილი.



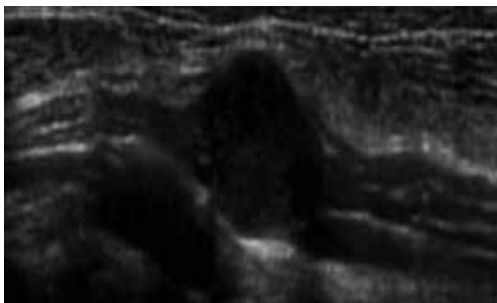
სურათი 19. საშუალო ნერვის ღეროშიდა ნევრომა-გრძელი ისარი; დაზიანებული ნერვის პროქსიმალური და დისტალური ნაწილები- მოკლე ისრები.

ჰიპერვასკულარიზაცია ინტრანოდულური ნაკადით. მიუხედავად ასეთი განსხვავებული სურათისა, სონოგრაფიულად, თუ არ დაფიქსირდა ინვაზიური ზრდა, მხოლოდ ვარაუდი შეიძლება გამოითქვას პროცესის ავთვისებიანობაზე. (4) სურათი 21.

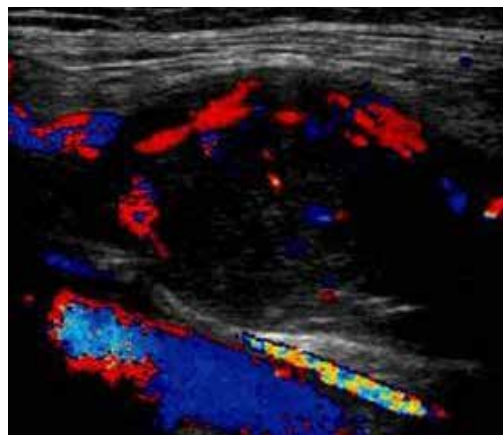
საყურადღებო და ანგარიშგასაწევია ის ფაქტი, რომ 52 პაციენტს, მათგან არხის არეში ანალოგიური ჩივილებით, სონოგრაფიით მტევნის პათოლოგია არ გამოუვლინდათ, ეჭვი იქნა მითანელი ვერტებრული გენეზის ნეიროგენული პათოლოგიებზე და გაიგზავნა შემდგომი კვლევებისათვის (კისრის მიდამოს რენტგენოგრაფია, კტ, მრტ). ყველა ასეთ შემთხვევაში კლინიკური პრობლემის სავარაუდო ნეიროგენული გენეზი და-

დასტურდა. მიზეზები: ჩ-5-ჩნ, ჩნ,-ჩ7 მალეების დონეზე პათოლოგიის არსებობა, რაც სხვადასხვა სახით გამოიხატებოდა: აღნიშნულ დონეებზე მალთაშუა დისკის პროთრუზიით, თიაქრით, მალეების არასტაბილურობით, სტაბილური ლისტეზით, ხშირად ხერხემლის დეფორმაციის და კისრის მიდამოში თანდაყოლილი ანომალიების ფონზე (დამატებითი ნეკნის არსებობისას). ამ რაოდენობიდან 3 შემთხვევა ხერხემლის მეტასტაზური დაზიანების შედეგი იყო. სურათი 22.

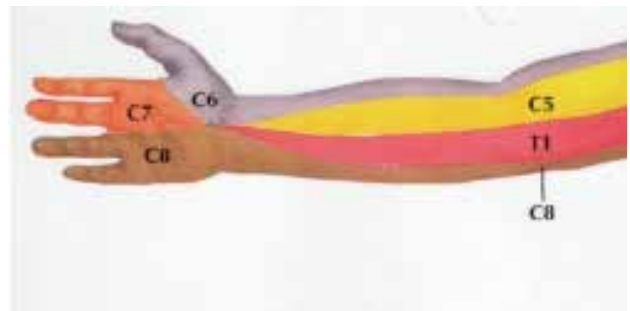
ამრიგად, ულტრაბგერითი კვლევისას მთელ სიგრძეზე ფასდება ნერვული ღეროს ანატომიური მთლიანობა, მისი სტრუქტურა, ნერვის კონტურების სიმკვეთრე და გარშემომყოფი ქსოვილების მდგომარეობა, რაც დიაგნოსტიკური მენეჯმენტის მაქსიმალურად ადეკვატური წარმართვის და შესაბამისად, მკურნალობის ადეკვატური და ზუსტი ტაქტიკის განსაზღვრის საშუალებას გვაძლევს. ამიტომ პერიფერიული ნერვული სისტემის ულტრაბგერითი კვლევის მნიშვნელობა კლინიკურ და ქირურგიულ პრაქტიკაში ყოველ წელს მატულობს. სიიაფსთან და ხელმისაწვდომობასთან ერთად, მნიშვნელოვანია მრავალჯერადი კვლევის შესაძლებლობა, თუმცა აღსანიშნავია ისიც, რომ გამოცდილების გარეშე კვლევისას დიდია დიაგნოსტიკური შეცდომების ალბათობა.



სურათი 20. საშუალო ნერვის თითისტარა ფორმის ნეიროფიბრომა.



სურათი 21. ნევრალურ გარსზე ავთვისებიანი წარმონაქმნი: ჰიპერვასკულარიზაცია ინტრანოდულური ნაკადით.



სურათი 22. ინერვაციის ზონების სქემა. ტური გამოსახულება. (10)

ლიტერატურა:

References:

1. S.Pear. G. Bodner (ets). High Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, 84-92.
2. Н.А. Еськин, Н.Ю. Матвеева, С.Г. Приписнова.. Ультразвуковое исследование периферической нервной системы. Журнал «SonoAce International» N18, 2008 г. 19-25..
3. Stewart J.D. Peripheral nerve fascicles: anatomy and clinical relevance // Muscle Nerve. 2003. V. 28. N5. P. 525-541.
4. Stefano Bianchi, Carlo Martinoli. ultrasound of the Musculoskeletal System. Springer, New York. . 2007. 457-546.
5. John O'Neill, MD. Editor. Musculoskeletal Ultrasound Anatomy and Technique. Springer. New York. . 2008. 116-119.
6. Fabio Martino. Enzo Silvestri. Walter Grassi. Giacomo Garlashi Editors. Musculoskeletal Sonography. Technique, Anatomy, Semiotics and Pathological Findings. Springer. 150-153.
7. Justint Mhoon. MD, Vernc. Juel (ets). Median nerve ultrasound as a screening tool in carpal tunnel syndrome. USA. 2012. 17-33.
8. В.Г.Салтыкова, А.В.Шток. Возможности высокоразрешающего ультразвукового сканирования в диагностике состояния структур карпального канала при развитии туннельного синдрома. Москва. 2009. 22-28.
9. Yin-Ting Chen. Joseph Scholz, Dallin Thomas ULTRASOUND EVALUATION FOR CARPAL TUNNEL SYNDROME. BETHESDA, USA. 2012. 37-51.
10. Frank H. Netter, MD. John T. Hansen, Ph.D. .Atlas of Human Anatomy. New York. 2003. 465.