

Ավշային համակարգի վիզուալիզացիան. մեթոդի կիրառման հնարավորությունները դեմքի երիտասարդացման վիրահատությունների արդյունքների բարելավման մեջ

Անտոնյան Պ.Ա.,¹ Պետրոսյան Կ.Ա.,^{1,*} Պապայան Գ.Վ.,² Ակոպով Ա.Լ.,³
Գրիգորյան Չ.Ա.,⁴ Ներսեսյան Կ.Հ.⁵

¹Պլաստիկ վերակառուցողական վիրաբուժության ամբիոն, ՀՀ ԱՆ ակադ. Ս.Ավդալբեկյանի
անվան Առողջապահության ազգային ինստիտուտ, Երևան, Հայաստան

²Լազերային բժշկության կենտրոն, ՌԴ ԱՆ ակադ. Ի.Պավլովի անվան Սանկտ Պետերբուրգի
առաջին պետական բժշկական համալսարան, Սանկտ Պետերբուրգ, Ռուսաստան

³Հոսպիտալային վիրաբուժության ամբիոն, ՌԴ ԱՆ ակադ. Ի.Պավլովի անվան Սանկտ
Պետերբուրգի առաջին պետական բժշկական համալսարան, Սանկտ Պետերբուրգ, Ռուսաստան

⁴Տոնոյան բժշկական կենտրոն, Երևան, Հայաստան

⁵Արաբկիր բժշկական համալիր, Երևան, Հայաստան

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Ներկայումս ավշային համակարգի (ԱՀ) վիզուալիզացիայի մեթոդները շարունակում են ակտիվորեն կատարելագործվել. ի հայտ են գալիս էլ ավելի զգայուն սարքեր և համակցվում են տարբեր մեթոդներ: Հոդվածում ներկայացված է ԱՀ վիզուալիզացիայի գոյություն ունեցող մեթոդների համեմատական վերլուծությունը, նշված են կլինիկական և փորձարարական պայմաններում օգտագործման հնարավորությունները: Դիտարկված են ԱՀ վիզուալիզացիայի համար օգտագործվող հիմնական մեթոդները՝ լիմֆանգիոսցինտիգրաֆիա, մագնիսառեզոնանսային շերտագրություն, ռադիոնուկլիդային, ուլտրաձայնային և ֆլյուորեսցենտային հետազոտություններ: Մանրամասն ներկայացվում են

ֆլյուորեսցենտային մեթոդի առանձնահատկությունները՝ զգայունությունը, սպեցիֆիկությունը, հյուսվածքների մեջ դեղամիջոցի ներթափանցման խորությունը, լուծունակությունը: Նկարագրված են վիզուալիզացիայի մեթոդների կիրառման օրինակներ՝ ավշային դրենաժի դինամիկ կարգավիճակն ուսումնասիրելու և պահակային ավշային հանգույցների տեղայնացումը որոշելու համար: Դիտարկված է վիզուալիզացիայի այն մեթոդը, որն առավել հարմար է պլաստիկ վիրաբուժության տեսանկյունից օգտագործման համար:

Հիմնաբաներ. ավշային համակարգ, ավշային դրենաժ, ինդոցիանին կանաչ, ֆլյուորեսցենտային վիզուալիզացիա, ավշային համակարգի դրենաժի դինամիկ կարգավիճակ, դեմքի լիֆոինգ

*Կոնտակտային հեղինակ. Բ.Գ.Թ. Կարեն Արամի Պետրոսյան
ՀՀ ԱՆ ԱԱԻ Պլաստիկ և վերակառուցողական վիրաբուժության ամբիոնի վարիչ: Էլ-փոստ: dr-petrosyan@yandex.ru
DOI:10.54235/27382737-2021.v1.2-35. Published online: 30 December 2021

Ներկայացվեց/Получено/Received 31.10.2021: Գրախոսվեց/Рецензировано/Accepted 28.11.2021: Տպագրվեց/Опубликовано/Published 30.12.2021:

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ավշային (լիմֆատիկ) համակարգը (ԱՀ) կարևոր դեր է խաղում մարմնի իմուն պատասխանի, միկրոշրջանառության և բորբոքային գործընթացների պաթոգենեզում [1]: Որոշ հեղինակներ նշում են, որ այս համակարգի յատրոգեն մասսան կանխարգելումը կարևոր տեղ է գրավում հետվիրահատական բարդությունների կանխարգելման գործում և հանդիսանում է հաջող վիրահատության գործոններից մեկը [2]: Չնայած այն հանգամանքին, որ վերջին հարյուրամյակի ընթացքում առաջարկվել են ԱՀ տեղորոշման մի շարք սկզբունքորեն նոր մեթոդներ, ուսումնասիրությունների մեծ մասը վերաբերում են պահակային ավշային հանգույցներին (ՊԱՀ) և ԱՀ կառուցվածքի մասին ամբողջական պատկեր հասանելի չի լինում: Ընդ որում, այս գիտելիքն անհրաժեշտ է ոչ միայն բարորակ և չարորակ հիվանդությունների բուժման, այլ նաև դեմքի շրջանում կատարվող վիրահատությունների հետվիրահատական բարդությունների կանխարգելման համար: Լիմֆատիկ համակարգի վիճակը գնահատելու համար օգտագործվում են տարբեր մեթոդներ: Նախկինում օգտագործված մեթոդները, ինչպիսիք են լիմֆանգիոգրաֆիան, լիմֆոգրաֆիան լիմֆագուրին 1% ներկով, լիմֆոսցինտիգրաֆիան, համակարգչային շերտագրությունը (ՀՇ) և ուլտրաձայնային հետազոտությունը (ՈւՁՀ), չեն կարողացել լիովին բավարարել բոլոր կլինիկական կարիքները: Վերջերս ներդրվել են նոր մեթոդներ՝ մագնիսառեզոնանսային շերտագրություն (ՄՌՇ), 18-ֆտորդեօքսիդոկլոկային պոզիտրոն-էմիսիոն համակարգչային շերտագրություն (18-ՖԴԴ ՊԷՇ/ՀՇ), միաֆոտոն էմիսիոն համակարգչային շերտագրություն (ՄԷՀՇ, SPECT), կոնտրաստով ուժեղացված ուլտրաձայնային հետազոտություն (ԿՈՒՁՀ, CEUS), մերձինֆրակարմիր սպեկտրոսկոպիա (ՄԻԿՍ): Ավշային անոթների պունկցիայի տեխնիկական բարդության պատճառով ուղղակի լիմֆանգիոգրաֆիան մասնագետների շրջանում մնում է չպահանջված: ԱՀ հետազոտության զարգացման կարևոր քայլ է ճապոնացի վիրաբույժների կողմից մշակված համակարգը՝ մերձինֆրակարմիր սպեկտրոսկոպիայի (ՄԻԿՍ) մեթոդով՝ օգտագործելով ինդոցիանին կանաչ (ԻՑԿ, indocyanine green – ICG) մարկերը [3]: ԻՑԿ-ն ջրալույծ միացություն է, որը լայնորեն օգտագործվում է սրտի թողունակությունը գնահատելու համար, ինչպես նաև անգիոգրաֆիայի, ակնաբուժության և վերականգնողական վիրաբուժության մեջ: Ինդոցիանին կանաչը տրիկարբոնիանինային ներկ է, որի կլան-

ման և արտացոլման սպեկտրը գտնվում է ինֆրակարմիր տիրույթում: Աբսորբցիոն առավելագույնը 790-805 նմ է, իսկ ճառագայթման գագաթնակետը՝ 825-835 նմ: Ի տարբերություն տեսանելի լույսի, ինֆրակարմիր ճառագայթումն ավելի լավ է թափանցում կենսաբանական գունանյութեր (պիգմենտներ՝ մելանին, հեմոգլոբին) պարունակող հյուսվածքների միջով և ավելի քիչ է ցրվում դրանց մեջ: Դեղորայքի վիզուալիզացիայի համար դեղը ներարկվում է ավշային դրենաժային ավազանի ուսումնասիրվող գոտու դիստալ հատվածներ, ինտերստիցիալ տարածություն: Մեր կողմից օգտագործվող ԻՑԿ-սկոպ (ICG-scope) համակարգն ունի նմանատիպ ախտորոշիչ հատկություններ:

Սույն հետազոտության նպատակն է գնահատել ICG-scope համակարգի կիրառման ախտորոշիչ հնարավորությունները դեմքի ավշային համակարգի հետազոտման մեջ և ստացված տվյալները ներդնել դեմքի շրջանում վիրահատությունների արդյունքների բարելավման համար:

ՆՅՈՒԹ ԵՎ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

ICG-scope սարքը բաղկացած է ինֆրակարմիր լազերից, տեսախցիկից և տվյալների մշակման դյուրակիր համակարգչից: Սարքի հեռադիր ծայրը, որը ներառում է բազմասպեկտրալ հեռուստախցիկ և օպտիկամանրաթելային լազերային լուսավորության համակարգ, ներկայացված է նկ. 1-ում:

Կենդանիների (ճագարների) վրա փորձարարական աշխատանքն իրականացվել է համապատասխան պատրաստվածություն և որակավորում ունեցող անձնակազմի կողմից:

Ընդհանուր իզոֆլյուրանային անզգայացման պայմաններում ԻՑԿ 12.5 մկգ/0.05 մլ դեղաչափով ներմաշկային ներարկումներ են կատարվել ականջի հեռադիր մասերում: Քայլ առ քայլ արված ներարկումները ցույց են տալիս ինչպես հիմնական ավշանոթները, այնպես էլ գրականության մեջ նկարագրված պրեկլոելտորների (նախահավաքիչ անոթների) համակարգը [4]: Հիմնական ծորանի մեջ ներարկման դեպքում, ԻՑԿ-ն գրեթե անմիջապես (0.5-1 վրկ) ընդգծվում է լավ եզրագծված ուղղվ դեպի հարականջային ավշանոթները: ԻՑԿ-ի մնացած ներարկումներով հնարավոր է լինում հետևել դեղամիջոցի հոսքը դեպի հիմնական ծորան բարակ անոթային ցանցերի տեսքով, ինչը համընկնում է պրեկլոելտորների համակարգի հետ (նկ. 3): ԱՀ-ի հետագա ուսումնասիրության համար ճագարի կրծքային հատվածում միջին գծի երկայն-

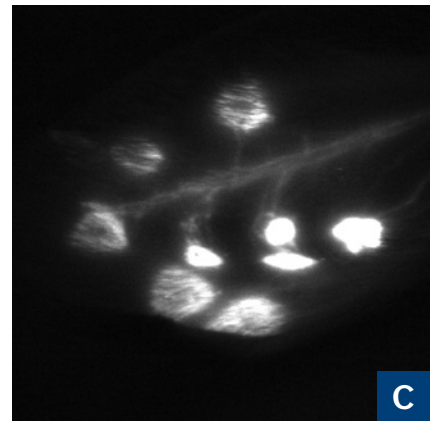
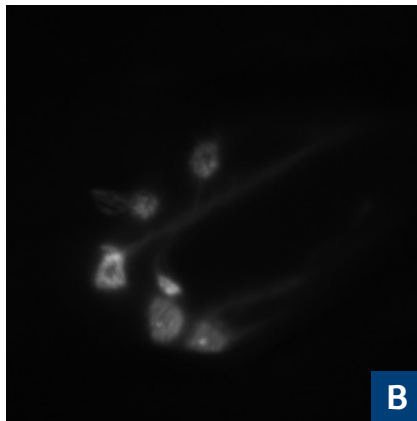
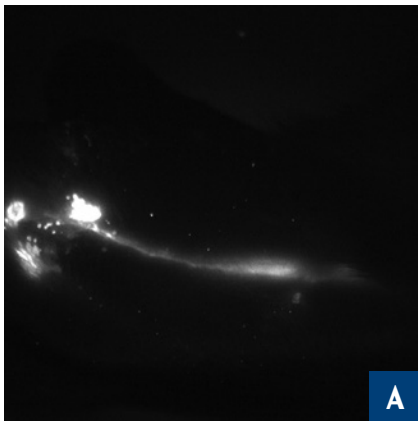
Նկար 1. ICG-scope-ի ընդհանուր տեսքը



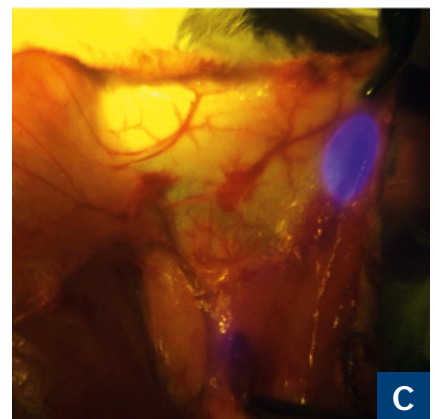
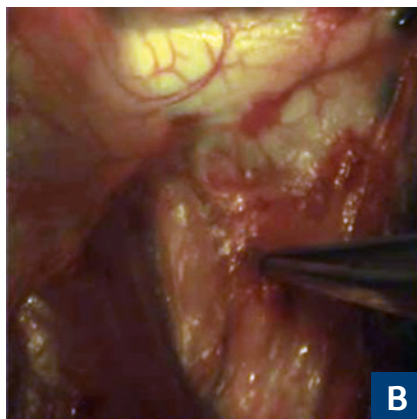
Նկար 2. Ճագարի վրա փորձի անցկացում ICG-scope-ով



Նկար 3. Ինդոցիանին կանաչ պատրաստուկի քայլ առ քայլ ներարկում ճագարի ականջի հեռադիր հատվածներում: A – հիմնական ավշանոթի վիզուալիզացիա, B և C – նախահավաքիչ անոթների վիզուալիզացիա դեպի հիմնական անոթ



Նկար 4. Ավշային համակարգի ներվիրահատական վիզուալիզացիայի մեթոդ. A – ինֆրակարմիր պատկերման ժամանակ ինդոցիանին կանաչ պատրաստուկի կուտակման վայրը, B – լուսանկար նորմալ լույսի պայմաններում, որտեղ գործիքը ցույց է տալիս ինֆրակարմիր նկարահանման ժամանակ պատրաստուկի կուտակման վայրը. C – A և B նկարների վերադրում



Նկար 5. Դեմքի և պարանոցի լիֆտինգ: A – ներվիրահատական լուսանկար. գծանշված է մաշկի հեռացման ենթակա հատվածը, B – հեռացված մաշկի և խորադիր ճարպային հյուսվածքի շերտերը



քով կատարվել է կտրվածք, որից հետո աջից մոբիլիզացվել է դեմքի՝ 6.0×8.0 սմ չափի մաշկափակեղային լաթ՝ հաշվի առնելով մաշկի արյան մատակարարման առանձնահատկությունները (նկ. 4): Սարքի հնարավորությունները թույլ են տալիս վիրաբույժին իրական ժամանակում վիզուալիզացնել ավշային անոթներն ու հանգույցները՝ չվնասելով դրանք:

Փորձարարական ուսումնասիրությունների փուլից հետո կատարվել է աշխատանքի կլինիկական մասը, որն ընդգրկել է 40-ից 52 տարեկան 20 կանանց: Բոլոր պացիենտների մոտ ձվարանների ֆունկցիան պահպանված էր: Կատարվել են ներարկումներ դեմքի երիտասարդացնող վիրահատություններից առաջ, ընթացքում և հետո: Նաև դիտարկվել են դեմքի միջին երրորդականի (մ/3) բարձրացման ժամանակ հեռացված մաշկի եզրային հատվածները և միջին գոտու մակերեսային և խորանիստ ճարպային փաթեթների հատվածները, որոնք ստացվել են մակերեսային մկանային ապոնեոտիկ համակարգի (SMAS) փեղկի մոբիլիզացման միջոցով (նկ. 5):

Դեմքը պայմանականորեն բաժանվել է մակերեսային և խորանիստ ճարպաշերտերի: Մակերեսային շերտի կառուցվածքի մեջ ներառվել է ենթամաշկային ճարպաշերտը՝ մինչև 3 սմ հաստությամբ, խորադիր շերտի ստորին սահմանը կազմել է ծամիչ մկանի փակեղը, իսկ կողմնային հատվածներում և կենտրոնական գոտում՝ այտային տարածության առաջային սահմանի մակարդակը (spatium buccalis): Ուսումնասիր-

ված խմբերում կատարված վիրահատական միջամտությունները ներկայացված են աղյուսակ 1-ում:

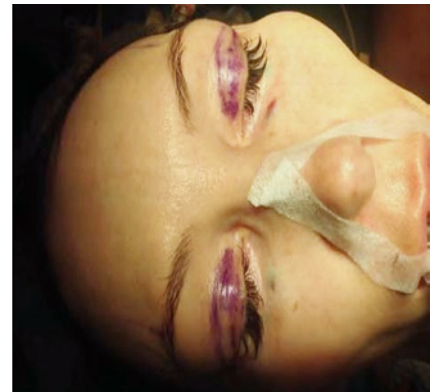
Աղյուսակ 1. Դեմքի ձգման վիրահատությունները

Խումբ	Պացիենտներ, n	Վիրահատական միջամտություն
I	8	Խորը SMAS լիֆտինգ մակերեսային շերտերի նվազագույն շերտազատումով
II	6	Բարձր SMAS լիֆտինգ մակերեսային շերտերի նվազագույն շերտազատումով
III	6	Լիֆտինգ մակերեսային շերտերի շերտազատումով և SMAS պլիկացիայով

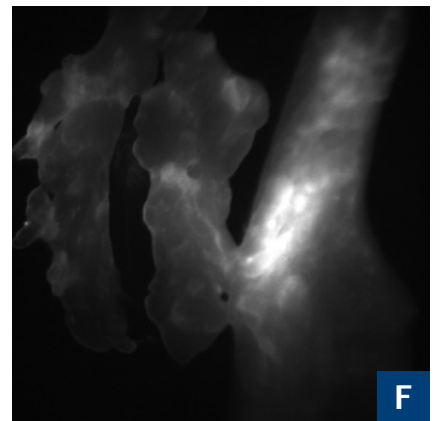
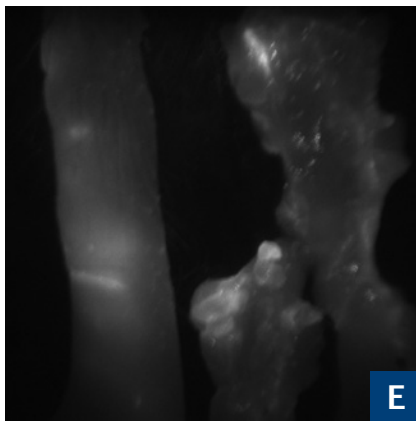
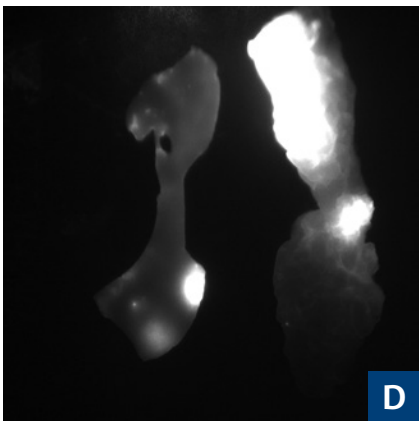
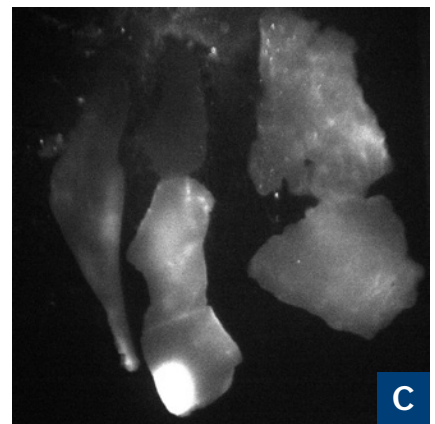
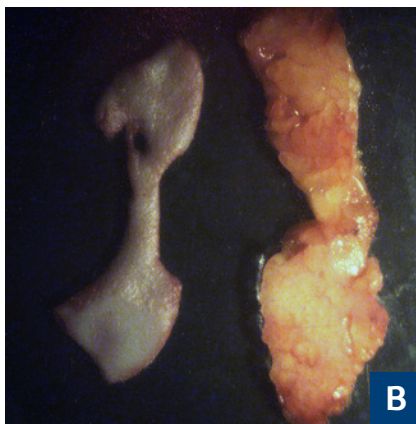
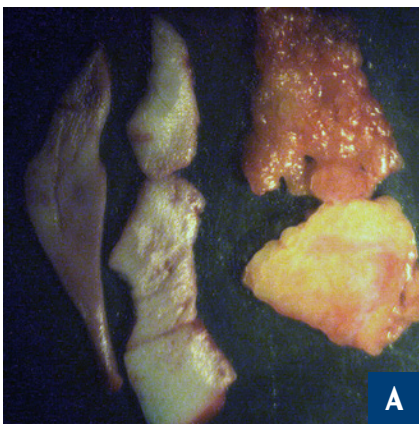
Դեմքի վիրաբուժական լիֆթինգի տեխնիկայի կիրառում. մինչև վիրահատության սկիզբը, հաշվի առնելով դեմքի ԱՀ-ի անատոմիան [5], նշված տեղերում կատարվել է ԻՅԿ-ի 12.5 մկգ/0.05 մլ միկրոչափաբաժինների ներարկում:

Ներմաշկային մակերեսային ներարկումը և պահպանված ներարկման վայրի հեռավորությունը կտրվածքների տեղից կանխում է պրեպարատի դիֆուզիոն տարածման ազդեցությունը (նկ. 6): Հետազոտությունների ընթացքում ցույց է տրվել, որ միկրոչափաբաժիններով կիրառման դեպքում, փայլող շրջանի առավելագույն տրամագիծը 2.0 սմ-ից ոչ ավելի է: Վիրահատությունից հետո հեռացված նյութը լաբորատոր հետազոտվել է ICG-scope սարքի միջոցով (նկ. 7):

Նկար 6. Նախավիրահատական տեսք. երևում են ԻՑԿ-ի կանաչ, 3-5 մմ տրամագծով ներմաշկային ներարկման կետերը



Նկար 7. Հետազոտված վիրահատական նմուշներ: A և B – լուսանկարներ սովորական նկարահանման ռեժիմում, C և D – լուսանկարներ ինֆրակարմիր տիրույթում, E և F – նույն նմուշներն ինֆրակարմիր տիրույթում՝ հետադարձ դիրքով



ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ ԵՎ ՔՆՆԱՐԿՈՒՄ

Ճագարների վրա փորձարարական հետազոտության միջոցով մշակվել է ներարկման տեխնիկան և սահմանվել են ինդոցիանին կանաչի օպտիմալ, անվտանգ չափաբաժինները: Պարզվել է, որ պատրաստուկի ներարկումը վերնամաշկի շերտ 12.5 մկգ/0.05 մլ միկրոչափաբաժիններով թույլ է տալիս վիզուալիզացնել ոչ միայն

ավշային անոթները, այլև հանգույցները: Արձանագրվել է նաև, որ ԻՑԿ-ի ներերակային ներարկումից հետո ինֆրակարմիր տիրույթում փայլում է, և էֆեկտը տևում է մի քանի րոպե, իսկ առավելագույնը 10 րոպե անց էֆեկտն ամբողջությամբ անհետանում է: Արյան հոսք ներարկման համեմատ ներմաշկային ներարկման դեպքում ԱՀ-ում էֆեկտը կարող է տևել մի քանի ժամ (ներկայացված փորձերում ներարկումից հետո էֆեկտը դիտվել է առավելագույնը 6

Ժամ), ինչը թույլ է տալիս ներարկումներ կատարել մինչև վիրահատության մեկնարկը և դիտարկում կատարել մինչև դրա ավարտը: Ըստ գրականության՝ դեմքի ԱՀ-ի մակերեսային ցանցը գտնվում է բուն մաշկում (դերմիսում) և մակերեսային փակեղի տակ, իսկ այս ցանցի ստորին, խորանիստ սահմանը դեմքի խորը ճարպային փաթեթների մակերեսային շերտերն են [6]:

Ամերիկացի պլաստիկ վիրաբույժ Ռիկարդո Մեադի թիմն իրականացրել է ԱՀ-ի կարգավիճակի ուսումնասիրություն դեմքի մ/3-ի երեք տեսակի լիֆտինգներից հետո [6].

1. ենթամաշկային դիսեկցիա SMAS-պլիկացիայով
2. ենթամաշկային դիսեկցիա SMAS-էկտոմիայով
3. «բարձր SMAS» դեմքի համակցված լիֆտին:

Հեղինակները հանգել են այն եզրակացության, որ բոլոր 3 դեպքերում էլ լիմֆոդենոպաթիան նույն փաստ է հասցվում: Նշված 3 մեթոդների մեջ ընդհանուր է եղել լայնածավալ ենթամաշկային դիսեկցիայի առկայությունը, որն էլ պատճառ է հանդիսացել դեմքի մ/3-ի ավշային դրենաժի գրեթե ամբողջական ընդհատման:

Մեր հետազոտության արդյունքում (տես նկ. 7) պարզվել է, որ մաշկի մակերեսային շերտերում (վերնամաշկում) ներարկված պատրաստուկը ներծծվում է ոչ միայն մաշկային ավշային ցանցով, այլև դեմքի մակերեսային և խորանիստ շերտերի ճարպային փաթեթների հատվածներով: Վիրահատությունից 1 ամիս անց կատարված վերահսկիչ հետազոտությունները (նույն տեխնիկայի կիրառմամբ) ցույց են տվել, որ ավշային ցանցը չի սահմանափակվում SMAS-ի վերնում գտնվող շերտով, և կա հաղորդակցություն այս կառուցվածքային միավորի տակ կամ դրա ներսում գտնվող տարածքների հետ: Այսպիսով, կարելի է եզրակացնել, որ ԱՀ-ը ներկայացված և տեղակայված է ոչ թե մեկ շերտով, այլ լավ զարգացած անոթային և նախահավաքիչների

եռաչափ ցանցի տեսքով՝ միավորված միմյանց հետ՝ սկսած վերնամաշկի շերտից մինչև ճարպային փաթեթների ստորին սահմանները: Հետազոտության ընթացքում որևէ կոնկրետ շերտում ավշային հանգույցների խմբավորումների առկայության վերաբերյալ տվյալներ չեն ստացվել: Ավշային անոթները և հանգույցները բաշխված են դեմքի մակերեսային և խորանիստ ճարպային կառուցվածքների ամբողջ տարածքում: Հետվիրահատական հետազոտության տվյալների վերլուծությունը հայտնաբերել է ԱՀ-ի նմանատիպ փնասվածքներ III խմբում (տես աղյուսակ 1): Միևնույն ժամանակ, I և II խմբերում նկատվել է ԱՀ-ի ամբողջականության ամենամեծ պահպանումը: Թե՛ փորձարարական, թե՛ կլինիկական հետազոտությունների ընթացքում բարդությունների ոչ մի դեպք չի արձանագրվել:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Դեմքի ավշային համակարգի հետազոտման համար ICG-scope համակարգի օգտագործումն անվտանգ և ինֆորմատիվ մեթոդ է:

2. Դեմքի ավշային համակարգի վիճակի դինամիկ ուսումնասիրության ընթացքում հաստատվել է ավշային կառույցների առկայություն ինչպես մակերեսային, այնպես էլ խորանիստ ճարպաշերտերում:

3. Ավշային համակարգի ֆունկցիան պահպանելու նախապայման կարող է հանդիսանալ դեմքի լիֆթինգի ժամանակ SMAS-ի վրա սահմանափակ շերտազատումը և միաժամանակ երկու մակարդակներում (մակերեսային և խորանիստ) շերտազատման բացակայությունը:

Շահերի բախում. Հեղինակները հայտարարում են, որ այս հոդվածի հրապարակման հետ կապված շահերի ակնհայտ և հնարավոր բախում չկա:

Ֆինանսավորման աղբյուր. Հեղինակները հայտարարում են, որ ուսումնասիրության համար ֆինանսավորում չի եղել:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Выренков Ю, Москаленко В, Москаленко В, Шишло В, Круглова И. Роль лимфатической системы в патогенезе воспалительных процессов. Методы лимфатической терапии. Вестник лимфологии. 2014;2:4-10.
2. Mottura A. Face lift postoperative recovery. Aesthetic Plast. Surg. 2002;26:172-180.
3. Suami H, Chang David W, Soto-Miranda M. Mapping superficial lymphatic territories in the rabbit. Anat. Rec. (Hoboken). 2013;296:965-970.

4. Kitai T, Inomoto T, Miwa M, Shikayama T. Fluorescence navigation with indocyanine green for detecting sentinel lymph nodes in breast cancer. Breast Cancer. 2005;12:211-215.
5. Pan W, Suami H, Taylor G. Lymphatic drainage of the superficial tissues of the head and neck: anatomical study and clinical implications. Plast. Reconstr. Surg. 2008. 121:1614-1624.
6. Meade R, Teotia S, Griffith L, Barton F. Facelift and patterns of lymphatic drainage. Aesthet Surg. J. 2012;32:39-45.

Lymphatic system visualization: ways of application of the method for improving the results of facial rejuvenation surgeries

Antonyan P.A.,¹ Petrosyan K.A.,¹ Papayan G.V.,² Akopov A.L.,³ Grigoryan Ch.A.,⁴ Nersesyan K.H.⁵

¹Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Avdalbekyan National Institute of Health, Yerevan, Armenia
²Laser Medicine Center, Pavlov First State Medical University, Saint Petersburg, Russia
³Department of Hospital Surgery, Pavlov First State Medical University, Saint Petersburg, Russia
⁴Tonoyan Medical Center, Yerevan, Armenia
⁵Arabkir Medical Complex, Yerevan, Armenia

ABSTRACT

The development of lymphatic system (LS) visualization methods that can be easy to use and understandable, with the ability for data analysis in real-time is one of the challenging tasks in modern medicine. In this article, we describe LS visualization with indocyanine green fluorescence imaging with near-infrared light. Characterization of the fluorescent method is described: sensitivity, resolution, specificity, penetration depth in tissues. This article shows the ability of real-time visualization of lymph vessels and nodes during the various types of facelift surgeries.

Keywords: lymphatic system, lymphatic drainage, fluorescence imaging, indocyanine green (ICG), facelift.

Визуализация лимфатической системы: способы применения метода для улучшения результатов операций по омоложению лица

Антонян П.А.,¹ Петросян К.А.,¹ Папаян Г.В.,² Акопов А.Л.,³ Григорян Ч.Х.,⁴ Нерсисян К.О.⁵

¹Кафедра пластической и реконструктивной хирургии, Национальный институт здравоохранения им. С.Х. Авдалбеяна, Ереван, Армения
²Центр лазерной медицины, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия
³Кафедра госпитальной хирургии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия
⁴Медицинский центр «Тоноян», Ереван, Армения
⁵Медицинский комплекс «Арабкир», Ереван, Армения

АБСТРАКТ

Разработка методов визуализации лимфатической системы (ЛС) с возможностью анализа данных в режиме реального времени является одной из сложных задач современной медицины. В этой статье мы описываем визуализацию ЛС методом спектроскопии ближней инфракрасной области с использованием маркера индоцианин зеленый. Описаны характеристики флуоресцентного метода: чувствительность, разрешение, специфичность, глубина проникновения в ткани. Показана возможность визуализации лимфатических сосудов и узлов в режиме реального времени во время различных операций при подтяжке лица.

Ключевые слова: лимфатическая система, лимфодренаж, флуоресцентная визуализация, индоцианин зеленый (ИЦЗ), подтяжка лица.