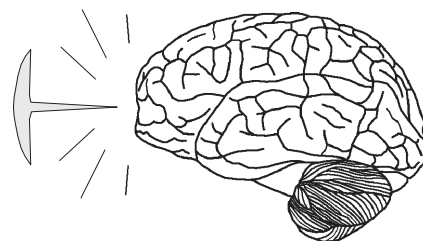
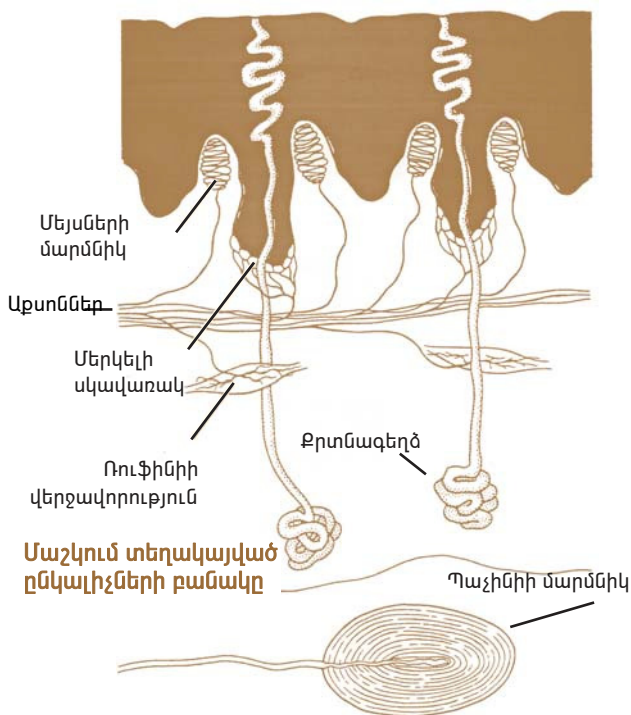


# Շոշափելիք և ցավ




Հայունը շատ առանձնահատուկ երևույթ է. բարևի ձեռքասեղմունքը, համբույրը, կնունքը հպման միջոցով են տեղի ունենում: Դրանում է ամփոփված մեր առաջին շփումը մեզ շրջապատող աշխարհի հետ: Ամբողջ մարմնով տարածված ընկալիչները հարմարված են մարմնագոյակայան (սոմատոսենսոր) աշխարհի տարբեր գրգռիչներին՝ հպում, ջերմության զգացում, մարմնի դիրքը տարածության մեջ և այլն, ընդհուպ մինչև՝ ցավային ընկալիչներ: Տարբերակելու ունակությունը տատանվում է ամբողջ մարմնի երկայնքով՝ առավել սուր զգայական ունակություն ունենեն մատների վերջնամասերը (բարձիկները): Շատ կարևոր է նաև ակտիվ հետազոտումը՝ հատկապես նկատի ունենալով նրա կարևոր փոխազդեցությունները շարժողական համակարգի հետ: Ցավը ծառայում է որպես տեղեկատու և նախազգուշացում մարմնի վնասման մասին: Այն ունի ուժեղ հուզական ազդեցություն և գտնվում է ուղեղի և մարմնի վերահսկողության ներքո:



## Ամենը սկսվում է մաշկից

Մաշկի դերմալ շերտի հաստության մեջ՝ մաշկի մակերևույթի ներքո, ներդրված են տարատեսակ փոքրիկ ընկալիչներ: **Պաշինի** և **Մեյսների** մարմնիկները, **Մերկելի** սկավառակները ու **Ռուֆինի** վերջավորությունները (իրենց անունները ստացել են առաջին անգամ իրենց մանրադիտակի օգնությամբ հայտնաբերած գիտնականների պատվին) ընկալում են հպման տարբեր տեսակները: Բոլոր այս ընկալիչներն ունեն իոնային անցուղիներ, որոնք բացվում են՝ ի պատասխան մեխանիկական դեֆորմացիայի: Արդյունքում առաջանում է գործողության պոտենցիալ, որը կարելի է գրանցել փորձի ընթացքում բարակ էլեկտրոդի միջոցով: Մի քանի տարի առաջ, այս երևույթը ուսումնասիրելիս, որոշ գիտնականներ զարմանահարաշ փորձեր են կատարել՝ բառացիորեն սեփական մաշկի վրա գրանցելով զգացող նյարդից եկող ազդակները:

Այս և անզգայացված կենդանիների վրա կատարված նմանատիպ փորձերի շնորհիվ այժմ մենք գիտենք, որ ընկալիչների առաջին երկու խումբը արագ է հարմարվում և լավագույնս պատասխանում է արագ փոփոխվող ներհրումներին (**թրթռալու** և **տատանման** զգացում), Մերկելի սկավառակներն առավել լավ են արձագանքում մաշկի կայուն ներհրմանը (**ճնշման** զգացում), մինչդեռ Ռուֆինի վերջավորությունները՝ դանդաղ ներհրումներին: Սոմատոսենսոր ընկալիչներին վերաբերող կարևոր հասկացություններից է **ընկալչական դաշտը**: Սա մաշկի այն շրջանն է, որի սահմաններում յուրաքանչյուր առանձին ընկալիչ պատասխանում է ազդակին: Պաշինի մարմնիկներն ունեն շատ ավելի մեծ ռեցեպտիվ դաշտեր, քան Մեյսների մարմնիկները: Այս և այլ ընկալիչները, միասնականորեն գործելով, ապահովում են իրերի զգացողությունը մարմնի ամբողջ մակերեսով: Ազդակն ընկալելուն պես ընկալիչները հաջորդաբար իմպուլսներ են ուղարկում զգացող նյարդի երկայնքով: Այդ իմպուլսները մուտք են գործում ողնուղեղի հետին արմատիկներ: Աքսոնները, որոնք շոշափելիքն ապահովող ընկալիչները միացնում են ողնուղեղին, հաստ, միելինապատ թելեր են, որոնք չափազանց արագ են տեղափոխում տեղեկատվությունը ծայրամասից դեպի գլխուղեղի կեղև: Սառնությունը, ջերմությունը և ցավը ընկալվում են «ազատ» վերջավորությունների կողմից: Այս ինֆորմացիան բարակ քսոններով գլխուղեղ է հաղորդվում ավելի դանդաղ: Ջերմաստիճանը ընկալող (ջերմային) ընկալիչները օժտված են նաև **հարմարվելու ունակությամբ** (Տես *փորձարարական շրջանակը*): Մինչև կեղևի հիմնական զգայական շրջան հասնելը, զգացողությունն անցնում է միջանկյալ կայաններով՝ տեղակայված ողնուղեղի և թալամուսի շոշափելիքի համար նախատեսված տեղամասերում: Ապա ազդանշանները հասնում են գլխուղեղի կեղևի համապատասխան շրջանը, որը կոչվում է **մարմնագոյակայան (սոմատոսենսոր) կեղև**: Միջին գծով անցնելիս նյարդաթելերը խաչվում են այնպես, որ մարմնի աջ կեսը ներկայացված է լինում ձախ կիսագնդում, իսկ ձախ կեսը՝ աջում:



*Փորձ ջերմաստիճանային հարմարման վերաբերյալ*

Այս փորձը շատ պարզ է: Ձեզ հարկավոր է մոտ 1 մ երկարությամբ մետաղյա ձող, ինչպես օրինակ սրբիչի կախիչը, և երկու ջրով լի դույլ: Մի դույլի մեջ ջուրը պետք է լինի բավականին տաք, իսկ մյուսի մեջ՝ հնարավորինս սառը: Ընկալմեջ Ձեր ձախ ձեռքը մի դույլի մեջ, իսկ աջը՝ մյուսի մեջ և պահեք դրանք այդպես նվազագույնը 1 րոպե: Այնուհետև ձեռքերը դուրս բերելուց և արագ չորացնելուց հետո երկու ձեռքով բռնեք վերը նշված մետաղե ձողը: Նույն ձողի երկու ծայրերը Ձեզ կթվան տարբեր ջերմաստիճանների: Ինչու՞:

Մարմնից եկող ազդակները պարբերաբար «արտացոլվում են» սոմատոսենսոր կեղևի երկայնքով և ձևավորում են **մարմնի մակերեսի վերարտադրությունը**: Մարմնի որոշ մասեր, ինչպիսիք են օրինակ՝ մատների բարձիկները և բերանը, օժտված են ընկալիչների մեծ խտությամբ և համապատասխանաբար՝ զգացող նյարդաթելերի մեծ քանակով: Իսկ օրինակ մեջքն ունի շատ ավելի քիչ թվով ընկալիչներ և նյարդաթելեր: Ինչևէ, սոմատոսենսոր կեղևում ներյոնների խտությունը համահավասար է:

Հետևաբար, գլխուղեղի կեղևում առկա մարմնի մակերեսի «քարտեզը» շատ աղավաղված է: Այն երբեմն անվանում են նաև **զգայական մարդուկ** (հոմունկուլուս): Այն կարող էր ֆանտաստիկ ծնով աղավաղել մարդուն, եթե իրականում ձևավորված լիներ մարմնի մակերեսին տեղակայված ընկալիչների թվին համապատասխան:

Մարմնի մակերեսի երկայնքով զգայնության աստիճանի տարբերությունը կարելի է ստուգել **երկկետանի տարբերակման թեստի** միջոցով: Դրա համար անհրաժեշտ է վերցնել մի քանի ճկվող լարի կտոր (կարող եք օգտագործել թղթի ամրացման պնդիչներ) և Ս-աձև տեսք տալ: Սրանցից մի քանիսի ծայրերի միջև հեռավորությունը պետք է լինի 2-3 սմ, իսկ մյուսների ծայրերը պետք է լինեն շատ ավելի մոտ դասավորված: Այնուհետև պետք է կապել աչքերը և խնդրել ընկերոջը, որ նա դիպչի այդ Ս-աձև պնդիչների ծայրերով Ձեր մարմնի տարբեր մասերին: Ուշադրություն դարձրեք այն փաստին, թե Դուք զգում եք պնդիչի մեկ, թե՞ երկու ծայրի հպումն էլ: Երբեմն, Դուք կարող եք զգալ մեկ ծայրի հպումը, այն դեպքում, երբ Ձեզ հաել են երկու ծայրն էլ: Ինչու՞:



«Մարդուկը»: Պատկերված է մարդ, որը ձգված է սոմատոսենսոր կեղևի մակերեսի երկայնքով՝ ըստ մարմնի տարբեր մասերից եկող ընկալիչների թվի մասնաբաժին: Այդ պատճառով էլ նա բավականին աղավաղված տեսք ունի:

### Նրբագույն տարբերակման հզորությունը

Նուրբ մանրուքներ ընկալելու ունակությունը տատանվում է մարմնի մակերեսի երկայնքով և հիմնականում առավելագույնի է հասնում մատների ծայրերի (բարձիկների) և շրթունքների վրա: Մարդու մաշկն այնքան զգայուն է, որ կարող է գնահատել 1/100-մմ-ից էլ պակաս բարձրության կետը՝ թույլ տալով շոշափել այն, ինչպես օրինակ՝ կույրը Բրայլի շրիֆտը ընթերցելիս: Այժմ ակտիվորեն ուսումնասիրվում է այն հարցը, թե ինչպե՞ս են ընկալիչների տարբեր տեսակները մասնակցում տարաբնույթ խնդիրների լուծմանը, ինչպես օրինակ՝ գործվածքի տարբերակումը և առարկայի չափերի որոշումը:

Շոշափումն ուղղակի պասիվ զգացողություն չէ, որը պատասխանում է միայն իր ընդունածին: Այն մասնակցում է նաև **շարժման ակտիվ վերահսկմանը**: Շարժողական կեղևի նեյրոնները, որոնք կառավարում են ձեռքի մատները շարժող մկանները, զգացող ազդակներ են ստանում մատների ծայրերին տեղակայված շոշափելիքի ընկալիչներից: Ինչպե՞ս ավելի լավ կարելի է հայտնաբերել առարկան, որը սկսում է դուրս սահել ձեռքից, եթե ոչ շարժողական և զգացողական համակարգերի արագ կապակցման միջոցով:

Ձգացող և շարժիչ համակարգերի միջև կապակցումը սկսվում է ողնուղեղում՝ ապահովելով պրոպրիոցեպտիվ հետադարձ կապը դեպի մոտոր նեյրոններ: Այս կապակցումը շարունակվում է դեպի վեր՝ սոմատոսենսոր համակարգի բոլոր մակարդակների վրա: Առաջնային զգացողական և մոտոր (շարժողական) կեղևները գլխուղեղում տեղակայված են անմիջապես կողք կողքի:

**Ակտիվ հետազոտումը** որոշիչ է շոշափելիքի զգացողության համար: Պատկերացրեք մի պահ, որ Դուք ուզում եք հայտնաբերել չնչին տարբերություններ երկու գործվածքների միջև կամ ուղղակի տարբերակել «շուշաթղթի» խոշորությունը: Նշված միջոցներից ո՞րը, ըստ Ձեզ, լավագույնս կօգնի ամենամանրակրկիտ տարբերակմանը՝

- տեղադրել մատների ծայրերը մոուշի վրա
- սահեցնել մատների ծայրերը մոուշի վրայով
- մեխանիկորեն սահեցնել մոուշը մատների ծայրերի վրայով:

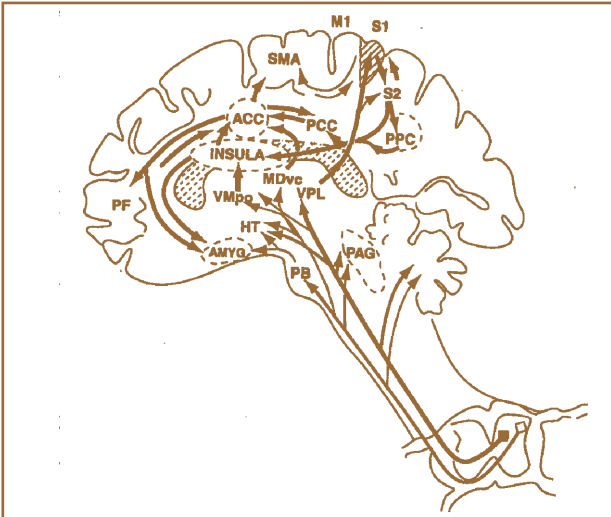
Նմանատիպ վարքային փորձի ելքը հանգեցնում է մի հարցի. ուղեղի ո՞ր մասում է տեղի ունենում կարևոր զգայական տեղեկատվության մշակումը: Ֆունկցիոնալ **ուղեղապատկերումից** (ուղեղապատկերման մասին մանրամասները տես էջ 41-ում) ելնելով՝ կարելի է ենթադրել, որ շոշափման միջոցով գործվածքի կամ որևէ առարկայի ճանաչումը կատարվում է ուղեղի տարբեր շրջանների ջանքերով: Ուղեղապատկերումը նոր ընկալում է ստեցծում նաև **կեղևային պլաստիկականության** վերաբերյալ՝ ցույց տալով, որ սոմատոսենսոր կեղևում մարմնի «քարտեզը» կարող է փոփոխվել՝ կախված ձեռք բերված փորձից: Օրինակ՝ Բրայլի շրիֆտը կարողացող կույրերի մոտ ուժեղացած է ցուցամատի կեղևային արտացոլումը, իսկ լարային երաժիշտների մոտ առավել արտահայտված է ձախ ձեռքի մատների կեղևային ներկայացուցչությունը:

### Ցավ

Չնայած նրան, որ ցավը հաճախ դասում են շոշափելիքի հետ՝ որպես մաշկի զգացողության մի տեսակ, այն իրականում մի առանձին համակարգ է՝ իր բոլորովին այլ ֆունկցիաներով և ուրույն անատոմիական կազմակերպմամբ: Նրա հիմնական հատկանիշներից են տհաճության զգացումը, որը տատանվում է լայն սահմաններում՝ կախված անհատից և այն, որ որքան էլ դա զարմանալի չէ, ցավը շատ քիչ տեղեկություն է տալիս այն հարուցող ազդակի բնույթի մասին (մեծ տարբերություն չկա քերծվածքից և եղինջի կծելուց առաջացած ցավի միջև): Հին հույները ցավը համարել են հույզ, այլ ոչ թե՝ զգացողություն:

Կենդանիների վրա կատարված փորձերում առանձնացված զգացող նյարդաթելից գրանցվել են պատասխաններ այնպիսի ազդակների հանդեպ, որոնք վնասում են կամ կարող են վնասել հյուսվածքը, օրինակ՝ ուժեղ մեխանիկական ազդակը (օրինակ՝ կսմիթը), շատ տաք իրի հպումը և տարբեր քիմիական ազդակներ: Սակայն նմանատիպ փորձերը ոչ մի տեղեկություն չեն կարող տալ ցավի սուբյեկտիվ զգացողության մասին:

Ներկայումս կենսամոլեկուլյար տեխնոլոգիաների շնորհիվ հնարավոր դարձավ պարզել մի շարք **նոցիցետապորնների** կառուցվածքը և բնույթը: Դրանք ներառում են ընկալիչներ, որոնք արձագանքում են 46°C-ից բարձր ջերմաստիճանի ազդեցությանը, հյուսվածքի թթվայնության բարձրացմանը և... (կրկին անակնկալ) կծու (չլիակալ) պղպեղի ակտիվ բաղադրամասի ազդեցությանը: Ուժեղ մեխանիկական ազդեցությանը պատասխանող ընկալիչների գեները դեռևս հայտնաբերված չեն, բայց այդպիսիք մույնպես պետք է որ լինեն: Վնասակար ազդակի ազդեցությանը պատասխանում են երկու դասի զգացող պերիֆերիկ նյարդաթելեր՝ համենա-տաքար արագ հաղորդող՝ միելինապատ **Aδ թելերը**, և շատ բարակ, դանդաղ հաղորդող, ոչ միելինապատ **C-թելերը**: Այս նյարդաթելերը մտնում են ողնուղեղ, որտեղ և սինապսներ են կազմում մի շարք նեյրոնների հետ, որոնք պրոյեկցվում են դեպի վեր՝ հասնելով գլխուղեղի կեղև: Այս ճանապարհին իրականանում է իրար զուգահեռ ընթացող երկու վերընթաց ուղիների միջոցով, որոնցից մեկը պատասխանատու է ցավի տեղակայման համար (նմանատիպ ուղի, ինչպիսին շոշափման համար է), մյուսը՝ ձևավորում է ցավի հուզական բաղադրիչը:



*Ցավի վերընթաց ուղին, սկսելով ողնուղեղի շրջանից, (ներքևում) ուղղվում է վեր՝ դեպի ուղեղաբնի և կեղևի տարբեր շրջաններ՝ ներառյալ առաջային գոտևոր (ACC) և կղզյակային շրջանները:*

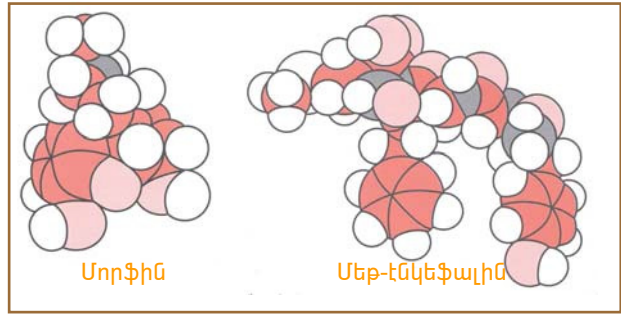
Այս երկրորդ ուղին սոմատոսենսոր կեղևից բացի տարածվում է դեպի տարբեր շրջաններ, այդ թվում՝ **առաջային գոտևոր կեղև և կղզյակային կեղև**: Ուղեղապատկերման կիրառմամբ կատարված փորձերում հիպոնոսի միջոցով հնարավոր դարձավ տարանջատել ուղղակի ցավի զգացողությունը ցավի առաջ բերած «տհաճության» զգացումից:

Փորձի ենթարկվածները մտցնում էին իրենց ձեռքերը տաք (ցավ պատճառելու աստիճանի) ջրի մեջ, ապա հիպոնոսի ազդեցության տակ նրանց ներշնչվում էր ցավի ինտենսիվության բարձրացումը կամ իջեցումը և կամ ցավային տհաճությունը: Օգտագործելով պոզիտրոն էմիսիոնային տոմոգրաֆիան՝ պարզ դարձավ, որ ցավի ինտենսիվության փոփոխումը պայմանավորված է սոմատոսենսոր կեղևի ակտիվացումով, մինչդեռ ցավի տհաճության զգացումը կապված է առաջային գոտևոր կեղևի ակտիվացման հետ:

### Կյանքն առանց ցավի<sup>®</sup>

Ենթադրելով, որ նման դեպքում մենք կազատվենք ցավի այնպիսի աղբյուրից, ինչպիսին է օրինակ՝ ատամաբույժը, կարելի էր մտածել, որ կյանքն առանց ցավի բավականին լավը կլիներ: Բայց դա այդպես չէ, քանի որ ցավի կարևորագույն ֆունկցիաներից է հնարավորություն տալ մեզ խուսափել այնպիսի իրավիճակներից, որոնք ցավ են առաջացնում: Գործողության պոտենցիալները ցավը զգացող՝ նոցիցեպտիվ նյարդաթելերով մտնում են ողնուղեղ, որտեղ և հարուցում են ինքնաբերական պաշտպանական ռեֆլեքսները, ինչպիսին է օրինակ՝ ծալիչ ռեֆլեքսը (արդյունքում՝ մարդը կարող է հետ քաշվել ցավի աղբյուրից): Այդպիսով հավաքվում է այն տեղեկատվությունը, որը մեզ սովորեցնում է խուսափել վտանգավոր և սպառնալի իրավիճակներից:

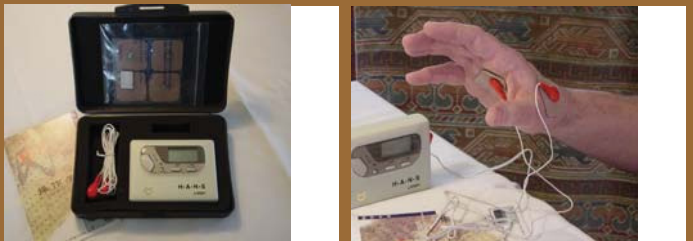
Ցավի մյուս կարևոր ֆունկցիան ակտիվության ընկճումն է՝ հանգիստը, որը թույլ է տալիս վնասված հյուսվածքին ապաքինվել: Իհարկե, որոշ դեպքերում շատ կարևոր է, որ ակտիվությունը և փախուստի ռեակցիան չընկճվեն: Նման դեպքերում օգնության են հասնում ֆիզիոլոգիական մեխանիզմները, որոնք կարող են ճնշել կամ խորացնել ցավի զգացումը: Այդպիսի առաջին հայտնաբերված մոդուլատոր մեխանիզմը **էնդոգեն անալգետիկների** արտազատումն է: Հնարավոր վնասման պայմաններում, ինչպիսին է օրինակ՝ զինվորների վիճակը ճակատամարտի ժամանակ, ցավային զգացողությունն իջնում է ապշեցուցիչ մակարդակի՝ հավանաբար պայմանավորված վերը նշված նյութերի արտազատմամբ: Կենդանիների վրա կատարված փորձերով պարզվել է, որ ուղեղի որոշ շրջանների (օրինակ ջրածորանային գորշ նյութի), էլեկտրական խթանումը առաջ է բերում ցավային շենքի արտահայտված բարձրացում: Դա միջնորդվում է վարընթաց ուղիով,



որն ուղղված է միջին ուղեղից դեպի ողնուղեղ: Այս համակարգին են պատկանում մի շարք քիմիական միջնորդանյութեր՝ այդ թվում նաև էնդոգեն օպիատները, ինչպիսին է **մեթ - էնկեֆալինը**: «Ցավասպան» **մորֆինը** ազդում է նույն ընկալիչների վրա, ինչ որ՝ որոշ էնդոգեն օպիատներ:

Հակառակ երևույթը՝ ցավազգացության ուժեղացումը կոչվում է **հիպերալգեզիա**: Այս դեպքում դիտվում է ցավային շենքի իջեցում, ցավի ինտենսիվության բարձրացում, երբեմն նաև ցավի զգացողության շրջանի լայնացում և անգամ՝ ցավի զգացողություն վնասող ազդակի բացակայության պայմաններում: Սա կլինիկական մեծ խնդիր է: Հիպերալգեզիան ենթադրում է պերիֆերիկ ընկալիչների զգայնության բարձրացում, ինչպես նաև՝ նոցիցեպտիվ վերընթաց ուղու տարբեր մակարդակներում տարաբնույթ տեղաշարժեր: Այստեղ շատ կարևոր է քիմիապես միջնորդավորված դրոման և արգելակման փոփոխաբերությունը: Հիպերալգեզիայի երևույթը դիտվում է քրոնիկ ցավային վիճակների ժամանակ և արդյունք է դրոման պրոցեսների ուժեղացման ու արգելակման ընկճման: Վերջինիս հիմքում հաճախ ընկած է զգայական տեղեկատվությունը մշակող նեյրոնների ռեակտիվացման փոփոխությունը: Կարևոր փոփոխություններ են տեղի ունենում նաև ընկալիչների մոլեկուլներում, որոնք միջնորդում են համապատասխան նեյրոտրանսմիտերների ազդեցությունը: Չնայած հիպերալգեզիայի բջջային մեխանիզմների բացահայտման մեջ գիտնականների զգալի հաջողություններին՝ քրոնիկ ցավի կլինիկական բուժումը, դժբախտաբար, դեռևս քիչ արդյունավետ է:

### Գիտական սահմանագիծ



Ավանդական չինական բժշկությունում ցավը մեղմելու համար օգտագործվում է անեղմաբուժություն (ակուպունկտուրա) կոչվող միջոցը: Այստեղ օգտագործվում են բարակ ասեղներ, որոնք մտցվում են մաշկի մեջ մարմնի երկայնքով (միջօրեականներով) որոշակի դիրքերում: Ապա բուժողը սկսում է պտտել կամ տատանել ասեղները: Դա իսկապես թեթևացնում է ցավը, սակայն մինչև վերջերս ոչ ոք լիովին չէր հասկանում, թե ինչու<sup>®</sup>:

40 տարի առաջ Չինաստանում հիմնադրվեց մի հետազոտական կենտրոն, որի նպատակն էր պարզել անեղմաբուժության ազդեցության մեխանիզմը: Արդյունքները ցույց տվեցին, որ մի հաճախականության տակ տատանվող էլեկտրական ազդակները խթանում են էնդոգեն օպիատների՝ էնդորֆինների ձեռքբազատումը, ինչպիսին է օրինակ՝ մեթ - էնկեֆալինը, մինչդեռ մեկ այլ հաճախականությամբ տատանվող ազդակներն ակտիվացնում են դիմորֆինների համոլեպ զգայուն համակարգը: Այս աշխատանքների արդյունքում ստեղծվեցին մատչելի էլեկտրական ակուպունկտուրայի սարքերը (*ձախից*), որոնք կարող են օգտագործվել ցավի մեղմացման համար՝ դեղորայքի փոխարեն: Էլեկտրոդների մի գույգը տեղադրվում է ձեռքի վրա գտնվող «Հեյու» կետերի վրա (*աջ*), իսկ մյուս գույգը՝ ցավային կետի վրա: