

Շարժումների համակարգման եւ շարժողական ուսուցման փնդաշարժերը սակավաշարժության պայմաններում

Ա.Ս. Գրիգորյան

Մ. Հերացու անվ. ԵՊՀ, Կիստաֆիզիոլոգիայի ամբիոն

375025, Երևան, Կոթայրի 2

Բանալի բառեր. սակավաշարժություն, ուղեղիկ, շարժումների համակարգում, շարժողական ուսուցում

Վերջին տարիներին զգալի թվով աշխատանքներ են նվիրվել օրգանիզմի տարբեր օրգան-համակարգերի վրա սակավաշարժության ազդեցության ուսումնասիրությանը: Ակներև է նրա որպես կարևոր ռիսկի գործոնի, դերը սիրտ-անոթային, գլխուղեղ-անոթային հիվանդությունների զարգացման մեջ [2,3]: Միևնույն ժամանակ զնալով նոսրացում են մարդու կյանքի որակին և առողջ ապրելակերպին վերաբերող ուսումնասիրությունները: Շարժումների ճիշտ համակարգումը, մուրթ դեկավարում պահանջող գործողությունների ճշգրիտ և արագ իրականացումը, լինելով կյանքի որակի կարևոր բաղադրիչներ, պահանջում են կենտրոնական նյարդային համակարգի համապատասխան բաժինների համագործակցված գործունեություն, որում առանձնակի կարևորություն ունի ուղեղիկը:

Հարկ է նշել, որ ներկայումս աճել է հետաքրքրությունը ուղեղիկի և նրա տարբեր գործառնությունների նկատմամբ: Ուղեղիկը և նրա հետ կապված կառույցները ներառված են նյարդային գործունեության ինտեգրացիան ապահովող զգայաշարժական գործընթացներում՝ ներառյալ նաև վարքը [4]: Պարզվել է, որ այն հանդես է գալիս ոչ միայն որպես շարժումների կարգավորիչ, այլ նաև երկարաժամկետ ընկճման մեխանիզմի (long-term depression) գործարկման շնորհիվ դիտարկվում է որպես շարժողական ուսուցման, հիշողության կարևորագույն կառույց [4,11,15]: Մարդկանց վրա կատարված կլինիկական հետազոտությունները, ինչպես նաև ուղեղիկի գենետիկ անոմալիաներով առնետների մոդելները վկայում են իմացական և վարքային պրոցեսներում (ուշադրություն, ընկալում, լեզու, աշխատանքային հիշողություն, պրոցեսորալ հիշողություն և տարածական կողմնորոշում) նրա դերի մասին [7,14-16,18,19]: Որոշ հետազոտողներ էլ պնդում են, որ ուղեղիկը առավելապես ընդգրկվում է հիշողության օգտագործման, արդեն ձեռք բերված ունակության դրսևորելու մեջ [17]: Նշվածի կտրվածքով արդիական նշանակություն է ձեռք բերում սակավաշարժության (ՄՇ) պայմաններում զարգացող վարքի փոփոխությունների համալիրում

ուղեղիկի դերի մասնաբաժնի վերհանումը:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը, ինչպես նաև այն, որ ՄՇ պայմաններում ուսուցման մասին տվյալները գրականության մեջ խիստ սակավ են [3], իսկ շարժողական ուսուցման վերաբերյալ ընդհանրապես քացակայուն են, ներկա աշխատանքում նպատակադրվել ենք փորձարարական սակավաշարժության պայմաններում վարքային թեստերի մարտկոցի միջոցով վերհանել առնետների շարժողության համակարգմանն ու շարժողական ուսուցմանն առնչվող տեղաշարժերը:

Նյութեր և մեթոդներ

Օգտագործվել են 14 սպիտակ արու սեռահասուն առնետներ 160±10գ քաշով: Փորձերը սկսելուց 2 շաբաթ առաջ կենդանիները ընտելացվել են փորձարարի ձեռքին (handling): Այնուհետև բոլոր կենդանիները անցել են ստորև նկարագրված մարտկոցի միջոցով նախաթեստավորում, որից հետո պատահական սկզբունքով բաժանվել երկու խմբի՝ ՄՇ և ստուգիչի:

Կրկնվող սակավաշարժությունը առաջ է բերվել առնետներին տեղադրելով մեղ անհատական վանդակների մեջ՝ օրական 22 ժամով: Մոմուղը և ջուրը տրվել է առանց սահմանափակման:

Շարժողական կոորդինացիան և ուսուցումը ուսումնասիրվել է վարքային թեստերի մարտկոցի միջոցով, որը ներառել է «քայլք կամրջի վրա», «պտտածող», «փոսիկավոր տախտակ» և «շարժման նախաձեռնություն» թեստերը: Թեստավորման հերթականությունը բերված է աղյուսակ 1-ում:

Մեր կողմից մոդիֆիկացված «քայլք կամրջի վրա» թեստում [10] առնետը տեղադրվել է երկու ապահով հարթակների միջև (հեռավորությունը՝ 95 սմ) ձգվող մեղ կամրջի մեջտեղում՝ ջրով լցված ավազանից 45-50 սմ բարձրության վրա: Օգտագործվել են 3 կամրջներ, որոնք տարբերվել են իրարից հատույթի ձևով (կլոր ու ուղղանկյուն) և տրամագծով (մեղ՝ 10սմ ու լայն՝ 13սմ), արդյունքում ունենալով բարդության 3

Արդյունակ 1

Շարժողական կոորդինացիայի թեստավորման ժամանակացույցը ըստ սակավաշարժության օրերի

Վարքային թեստ	Սակավաշարժության ժամկետը (օրեր)		
	վաղ շրջան (7-13)	միջին շրջան (39-45)	ուշ շրջան (64-70)
Շարժման մասնաձևություն	7,8	39,40	64,65
Փոսիկավոր տախտակ	9	41	66
Քայլք կամրջի վրա	10,11,12	42,43,44	67,68,69
Պտտածող	13	45	70

Մեր կողմից մոդիֆիկացված «քայլք կամրջի վրա» թեստում [10] առնետը տեղադրվել է երկու ապահով հարթակների միջև (հեռավորությունը՝ 95 սմ) ձգվող մեղ կամրջի մեջտեղում՝ ջրով լցված ավազանից 45-50 սմ բարձրության վրա: Օգտագործվել են 3 կամուրջներ, որոնք տարբերվել են իրարից հատույթի ձևով (կլոր ու ուղղանկյուն) և տրամագծով (մեղ՝ 10սմ ու լայն՝ 13սմ), արդյունքում ունենալով բարդության 3 մաստիճան: Որպես շարժողության կոորդինացիայի չափորոշիչ որոշվել է վայրէջքի գաղտնի շրջանը (առավելագույնը՝ 120 վայրկյան), այսինքն՝ այն ժամանակը, որի ընթացքում կենդանին ունակ է պահպանել հավասարակշռությունը մինչև վայր ընկնելը: Կամուրջներից յուրաքանչյուրն առաջադրվել է առանձին՝ 3 հաջորդական օրերի ընթացքում: Յուրաքանչյուր փորձաշրջանի արդյունք է դիտարկվել այդ 3 օրերի արդյունքների միջինը:

«Շարժման մասնաձևություն» թեստում [10] կենդանին տեղադրվել է հորիզոնական հարթակի վրա և չափվել է այն ժամանակը (առավելագույնը՝ 60 վայրկյան), որի ընթացքում առնետը դուրս կգա 10 սմ տրամագծով շրջանակից: Յուրաքանչյուր փորձաշրջանի արդյունք է դիտարկվել երկու հաջորդական օրերի արդյունքների միջինը:

«Պտտածող» թեստում [10,14] առնետը տեղադրվել է 40 սմ երկարությամբ, 5 սմ տրամագծով հավասարաչափ արագությամբ պտտվող փայտյա ձողի կենտրոնում (պտտման արագությունը՝ 30 պտույտ/րոպե): Պտտածողը ծածկվել է վիրաբուժական սպեղանիով՝ շփումը մեծացնելու նպատակով: Առնետի մարմնի ուղղությունը հակառակ է եղել ձողի պտտման ուղղությանը, այնպես որ վայր չընկնելու համար կենդանին պետք է վազի դեպի առաջ: Չափվել է վայր ընկնելու գաղտնի ժամանակը (առավելագույնը՝ 120վ): Եթե առնետը վայր չի ընկել, նրա արդյունքը գրանցվել է որպես 120 վ: Յուրաքանչյուր փորձաշրջանի ընթաց-

քում կենդանիները կատարել են 2 փորձ (5 րոպե ընդմիջումով)՝ փորձաշրջանի արդյունք է դիտվել ավելի հաջող փորձի ընթացքում գրանցված արդյունքը:

Մոդիֆիկացված «փոսիկավոր տախտակը» [9] իրենից ներկայացնում է փայտյա քառակուսի հարթակ (60x60սմ), որի մեջ կանոնավոր ընդմիջումներով (6 x 6) արված են 36 փոսիկներ 3.5 սմ տրամագծով և 2 սմ խորությամբ: Եզերից հարթակը պատվել է 20 սմ բարձրությամբ պատերով: Առնետը տեղադրվել է հարթակի մեջտեղում, որից հետո 5 րոպեի ընթացքում գրանցվել է ակտիվ տեղաշարժման ժամանակը՝ t (վայրկյաններով) և սայթաքումների (գրանցվել է երբ առնետի թաթը հպվել է փոսիկի հատակին) քանակը՝ N: Յուրաքանչյուր թեստավորումից հետո հարթակը մաքրվել է: Շարժումների կոորդինացիան գնահատող ելքային ցուցանիշ է համարվել սայթաքման K գործակիցը. $K = N \times 100/t$:

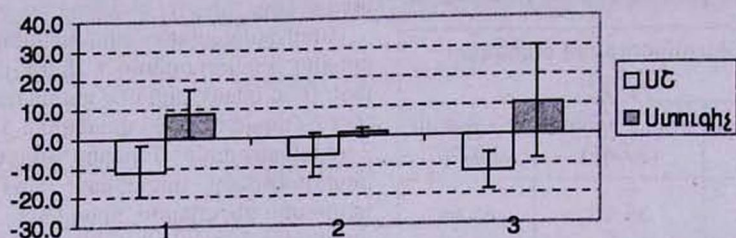
Տվյալների վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է Ստյուդենտի t և ANOVA եղանակներով՝ անհրաժեշտ դեպքերում post-hoc համեմատություններով:

Արդյունքները և դրանց քննարկումը

«Քայլք կամրջի վրա» թեստի արդյունքները բերված են նկար 1-ում: Ինչպես երևում է նկարից, ՄՇ և ստուգիչ խմբերի միջև տեղաշարժերը հավաստիորեն տարբերվել են միայն ՄՇ վաղ շրջանում: Ըստ էության ստուգիչ և ՄՇ խմբի առնետների ցուցանիշները հակառակ ուղղվածություն ունեն: Այսինքն, եթե ստուգիչ խմբի առնետների մոտ վայրէջքի գաղտնի շրջանը գրեթե չի փոխվել, ցուցաբերելով մեծացման հակում, ապա ՄՇ խմբի մոտ վաղ և ուշ շրջաններում այն նկատելիորեն նվազել է: Հատկապես ակնառու է վաղ շրջանում ՄՇ և ստուգիչ խմբերի ցուցանիշների տարամիտումը:

«Պտտածող» թեստում ստացված արդյունքները բերված են նկար 2-ում: Ինչպես երևում է նկարից, այս թեստում ևս առավել արտահայտված տեղաշարժեր դիտվում են վաղ շրջանում: Կարևոր է նշել, որ այս թեստում կատարողականությունը զգալիորեն պայմանավորված է մոտոր ուսուցման հնարավորություններով: Ստացված տվյալներից ելնելով՝ կարելի է եզրահանգել, որ ստուգիչ և ՄՇ խմբերի առնետներին ի վերջո հաջողվում է հասնել գրեթե նույն արդյունքներին: Սակայն, ստուգիչ խմբի կենդանիները փորձարկման վաղ ժամկետում են հասնում այդ ցուցանիշին, իսկ ՄՇ խմբի համար ավելի երկար ժամանակ է պահանջվում նույն մակարդակին հասնելու համար: Նշված տվյալներից ելնելով կարելի է դատել ՄՇ պայմաններում շարժողական ուսուցման որոշակի թուլացման, բայց ոչ դրա կոպիտ խաթարումների մասին:

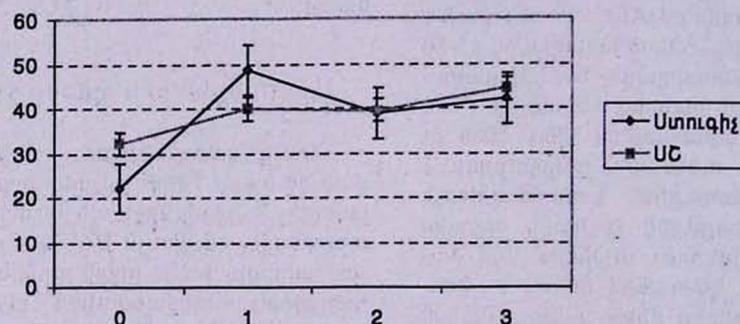
Քայլք կամրջի վրա



Նկար 1. «Քայլք կամրջի վրա» թեստում առնետների վայրէջքի գաղտնի շրջանի փոփոխությունները (վայրկյաններով) երկնաչափին թեստավորման համամասն ցուցանիշների համեմատությամբ:

* 1,2,3 – թեստավորման համապատասխանաբար վաղ, միջին և ուշ շրջաններ (միջխմբային համեմատություններում՝ 1 – $p < 0.05$; 2,3 – $p > 0.05$): Ցուցանիշների վրա նշված է միջինի ստանդարտ սխալը:

Պտտածող

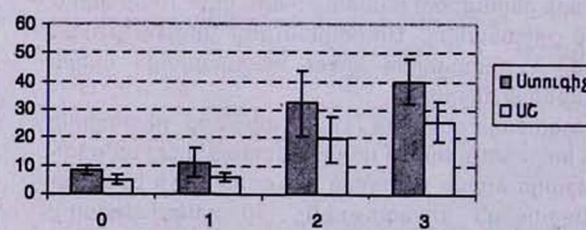


Նկար 2. «Պտտածող» թեստում առնետների վայրէջքի գաղտնի շրջանի փոփոխությունները (վայրկյաններով)

* 0,1,2,3 – համապատասխանաբար մախաթեստավորման և UC վաղ, միջին ու ուշ շրջաններ (միջխմբային համեմատություններում՝ 1 – $p < 0.05$; 0,2,3 – $p > 0.05$): Ցուցանիշների վրա նշված է միջինի ստանդարտ սխալը:

«Շարժման մախաձեռնություն» թեստի արդյունքները ներկայացված են նկար 3-ում: Այս թեստում չի արձանագրվել որևէ էական տարբերություն UC և ստուգիչ խմբերի միջև: Սակայն, հետաքրքիր է նշել, որ փորձաշրջանի միջին և ուշ ժամկետներում հայտնաբերվում է առնետների՝ 10 սմ տրամագծով շրջանակից դուրս գալու գաղտնի շրջանի զգալի մեծացում՝ երբային (մախաթեստավորման շրջանի) ցուցանիշների համեմատությամբ, ինչպես UC ($p = 0.014$), այնպես էլ ստուգիչ խմբում ($p = 0.004$): Մրանից ելնելով՝ կարելի է ենթադրել, որ երկու խմբերում էլ զարգանում է որոշակի տոլերանտություն այս թեստի նկատմամբ՝ անկախ շարժողական ակտիվության սահմանափակումից:

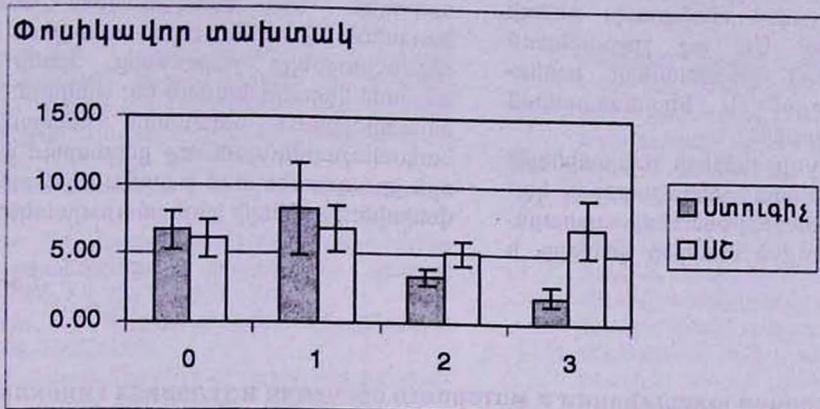
Շարժման մախաձեռնություն



Նկար 3. «Շարժման մախաձեռնություն» թեստում առնետների շրջանակից դուրս գալու գաղտնի շրջանի փոփոխությունները (վայրկյաններով)

* 0,1,2,3 – համապատասխանաբար մախաթեստավորման և UC վաղ, միջին ու ուշ շրջաններ: (միջխմբային համեմատություններում՝ $p > 0.05$): Ցուցանիշների վրա նշված է միջինի ստանդարտ սխալը:

«Փոսիկավոր տախտակ» թեստում առնետների վարքի արդյունքները ներկայացված են նկար 4-ում:



Նկար 4. «Փոսիկավոր տախտակ» թեստում առնետների շարժումների կոորդինացիան արտացոլող K գործակցի (սայթաքումների հարաբերությունը ակտիվ տեղաշարժման ժամանակին) փոփոխությունները

* 0,1,2,3 – համապատասխանաբար մախաթեստավորման և ՄԵ վաղ, միջին ու ուշ շրջաններ (միջխմբային համեմատություններում՝ 0,1,2 շրջաններում $p > 0.05$, 3 շրջանում $p < 0.05$): Ցուցանիշների վրա նշված է միջինի ստանդարտ սխալը:

Ստացված արդյունքները վկայում են, որ այս թեստում ՄԵ խմբի կատարողականությունը գրեթե չի փոխվել, մինչդեռ ստուգիչ խմբում դիտվում է սայթաքումների քանակի նվազման միտում: Վերջինս հավաստի է դառնում փորձարկման ուշ շրջանում, երբ ստուգիչ խմբի կատարողականությունը շուրջ 3 անգամ գերազանցում է ՄԵ խմբին ($p < 0.05$):

Այսպիսով, ՄԵ վաղ ժամկետներում դիտվում է շարժողական կոորդինացիայի խաթարում «Փայք կամրջի վրա» և «պտտածող» թեստի արդյունքներով: Պետք է նկատի ունենալ այն հանգամանքը, որ «Փայք կամրջի վրա» թեստը հատկապես սեղեկտիվ է համարվում ուղեղիկի վնասման համար, քանզի պահանջում է էքստերո- և պրոպրիոցեպտիվ ինֆորմացիայի միաժամանակյա համակարգում: Գրականության տվյալները վկայում են, որ նման տեղաշարժերը կապված են օքսիդատիվ սթրեսի հետ [5, 10]: Մեր մախտոյ հետազոտության արդյունքները մույնպես ցույց են տվել, որ ՄԵ հենց վաղ ժամկետներում դիտվում է լիպիդային գերօքսիդացման արգասիք հանդիսացող՝ մալոնային երկարաշղթայի քանակի մեծացում [1]:

Շարժողական ուսուցման դասական «պտտածող» թեստում, մույն այս ժամկետում նկատվող խանգարումը ևս ընդգծում է ՄԵ վաղ շրջանի առավել մեծ ազդեցությունը շարժողական համակարգի վրա: Միջին և ուշ ժամկետներում, սակայն, ՄԵ խմբի ցուցանիշները մոտեցել են ստուգիչին: Այստեղ կարևոր է նշել նաև այն, որ այս թեստում կատարողականության համար պատասխանատու են նաև ուղեղի այլ բաժիններ, ինչպես օրինակ թալամուսի վեմտորալ տեղաշարժերը և վեմտորալ կորիզները [12], կողմնային պալլար կորիզները [13]: Հետևաբար այս կառույցները

կարող են որոշակի դեր խաղալ վերոնշյալ ցուցանիշների հարաբերական բարելավման հարցում:

Այսպիսով, շնորհիվ ուղեղիկը ներառող հարմարվողական մեխանիզմների գործարկման՝ ՄԵ միջին և ուշ ժամկետներում առնետներին հաջողվում է ձեռք բերել այն շարժողական հմտությունները, որոնք անհրաժեշտ են պտտածողի և կամրջի վրա համակարգված գործունեության համար: Այս իմաստով ուղեղիկը և շարժումների կարգավորման մասնակցող այլ կառույցներ հանդես են բերում բավական արտահայտված պլաստիկ հատկություններ: Միևնույն ժամանակ «փոսիկավոր տախտակի» թեստի արդյունքները ցույց են տալիս, որ 70 օրյա ժամկետում զարգացող հարմարվողականությունը, այնուամենայնիվ, չի կարելի լիարժեք համարել, քանի որ այս պայմաններում ՄԵ առնետները կատարողականությանը զգալիորեն զիջում են ստուգիչ խմբին:

Ստացված տվյալների մեկնաբանման համար բանալի կարող են ծառայել գրականության այն տվյալները, որոնք վկայում են շարժողական ակտիվության և շարժողական ուսուցման ազդեցության ներքո ուղեղիկում տարաբնույթ տեղաշարժերի առաջացման մասին: Այսպես, ուսուցումը առավելապես նպաստում է ուղեղիկի կեղևում նոր սինապսների գոյացմանը, դրանց խտության վերաբաշխմանը [8], իսկ շարժողական ակտիվությունը նպաստում է անգլոգենեզին [6]: Ըստ երևույթին, ՄԵ վաղ ժամկետներում առկա որոշակի օքսիդատիվ վնասման պայմաններում [1] սինապտոգենեզը խաթարվում է՝ առաջ բերելով «Փայք կամրջի վրա» և «պտտածող» թեստերում կատարողականության նվազում: Հետագայում շարժողական ուսուցման գործընթացը մասնակիորեն վերականգնվում է, որը համահունչ է այդ ժամկետներում

նաև հակաօքսիդանտային պաշտպանության ակտիվացման պատկերին: Սակայն, շարժողական համակարգման մյուս՝ «փոսիկավոր տախտակ» թեստի արդյունքները խոսում են ՄՇ ուշ շրջաններում փորձնական կենդանիների շարժումների համակարգման անկատարության և հետագոտական ակտիվության նվազման մասին:

Ի մի քերելով ՄՇ և ստուգիչ խմբերի կենդանիների վարքային մարտկոցում դիտված տեղաշարժերը՝ կարելի է եզրակացնել, որ վերոնշյալ թեստերը, արտացոլելով վարքային ակտիվության տարբեր կողմերը, ի

հայտ են բերում առնետների շարժողական համակարգի ժամկետ-կախյալ տեղաշարժերի խայտաբղետ պատկեր: Վաղ ժամկետներում առավել արտահայտված են շարժողական ուսուցման հետ կապված գործընթացների շեղումները, որոնք հետագայում մասամբ վերականգնվում են: Սակայն, շարժողության համակարգման ադապտիվ հնարավորությունները սակավաշարժության ողջ ընթացքում մնում են իջած, որն իր արտացոլումն է գտնում կենդանիների վարքի փոփոխությունների ընդհանուր պատկերում:

Поступила 29.05.06

Изменения моторной координации и моторного обучения в условиях гипокинезии

А.С. Григорян

Адекватная координация движений является необходимой составляющей качества жизни. Мозжечок, играющий важную роль в координации движений и моторном обучении, может подвергаться как оксидативному повреждению, так и сдвигам в силу изменения афферентации в гипокинетических условиях. С целью проверки этого предположения были исследованы координация движений и моторное обучение в ранние (7–13 дней), средние (39–45 дней) и поздние (64–70 дней) сроки гипокинезии (ГК). Крысы были подвергнуты тестированию до ГК (претестирование), а также в течение каждого из вышеупомянутых сро-

ков с помощью поведенческой батареи, состоящей из тестов: "инициация движения", "ямчатая доска", "шагание на мосту" и "ротород". Результаты тестов "ротород" и "шагание на мосту" указывают на нарушение моторного обучения в ранние сроки ГК. Нарушение координации движений было выявлено в тесте "ямчатая доска" в поздние сроки ГК. Результаты теста "инициация движения" у гипокинетических животных не отличались от контрольных. В целом можно заключить о снижении адаптивных возможностей системы моторной координации в условиях ГК.

Changes in motor coordination and motor learning in hypokinesia

A.S. Grigoryan

The adequate motor coordination is an important component of proper quality of life. Cerebellum plays an important role in motor coordination and motor learning, and the hypokinetic conditions might lead to its oxidative damage accompanied by diminution of its afferentiation, thus causing impairment in motor learning and/or coordination. To test this hypothesis we assessed motor learning and coordination abilities of rats during early (7–13 days), middle (39–45 days) and late (64–70 days) terms of experimental hypokinesia (HK). A behavioral battery consisting of walking initiation, hole-board, bridge-walking,

and rotorod was presented before the start of hypokinesia (pretesting) and during each of the mentioned above experimental periods. The results of rotorod running and bridge-walking tests revealed impairment in motor learning abilities in the early terms of HK. Motor coordination impairment in the hole-board test was significant in the late terms of HK. Walking initiation of hypokinetic animals did not differ from that of intact animals. A decrease in the abilities of motor coordination system in hypokinesia was demonstrated by the conducted experiment.

Գրականություն

11. *Գրիգորյան Ա.Ս., Նավասարդյան Գ.Ա., Միննյան Մ.Ա.* Լիպիդային զերոսիդացումը առնետների ուղեղիկում փորձարարական սակավաշարժության պայմաններում: Հայաստանի բժշկագիտություն, ՀՀ ԳԱԱ, 2006, XLVI, 1, էջ. 31-35:
12. *Акопян В.П.* Гипокинезия и мозговое кровообращение. М., 1999, с. 240.
13. *Навасардян Г.А., Ерицян Н.Б.* Влияние гипокинезии на условнорефлекторную деятельность. Вестник МАНЭБ, 2003, т.8, 7, с.167-171.
14. *Փանոսյան Բ.Վ.* Избранные главы нейрофизиологии. Ереван, 2002, с. 285.
15. *Abidin I.P., Agar A.* The effect of chronic restraint stress on spatial learning and memory: relation to oxidant stress, Intern. J. Neuroscience, 2004, 114, p.683-699.
16. *Black J.E., Isaacs K.R., Anderson B.J., Alcantara A.A., Greenough W.T.* Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, July 1990, 87, p. 5568-5572.
17. *Boyden E.S., Katoh A., Raymond J.L.* Cerebellum-dependent learning: the role of multiple plasticity mechanisms, Ann. Rev. Neurosci., 2004, 27 p.581-609.
18. *Brunell N., Hakim V., Isope P., Nadal J.-P. and Barbour B.* Optimal information storage and the distribution of synaptic weights: perceptron versus Purkinje cell, Neuron, September 2, 2004, 43, p. 745-757.
19. *Colambel C., Lalonde R., Caston J.* The effects of unilateral removal of the cerebellar hemispheres on motor functions and weight gain in rats, Brain Research, 2002, v.950, p. 231-38.
10. *Forster M.J., Dubey A., Kimberly M.D., Stutts W.A., Lal H., Sohal R.S.* Age-related losses of cognitive function and motor skills in mice are associated with oxidative protein damage in the brain, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, May 1996, 93, p. 4765-4769.
11. *Ito M.* Mechanisms of motor learning in the cerebellum, Brain Research, 2000, 886, p.237-245
12. *Jeljeli M., Strazielle C., Caston J., Lalonde R.* Effects of ventrolateral-ventromedial thalamic lesions on motor coordination and spatial orientation in rats, Neuroscience Research, 2003, 47, p.309-316.
13. *Jeljeli M., Strazielle C., Caston J., Lalonde R.* Effects of electrolytic lesions of the lateral pallidum on motor coordination, spatial learning, and regional brain variations of cytochrome oxidase activity in rats, Behavioural Brain Research, 1999, 102, p.61-71.
14. *Lalonde R., Strazielle C.* Motor coordination, exploration, and spatial learning in a natural mouse mutation (nervous) with Purkinje cell degeneration, Behavior. Genetics, January 2003, 33, 1., p. 59-66.
15. *Linden D.J.* From molecules to memory in the cerebellum, Science, 19 September 2003, 301, p.1682-1685.
16. *Martin L.A., Goldowitz D., Mittleman G.* The cerebellum and spatial ability: dissection of motor and cognitive components with a mouse model system, Eur. J. Neurosci., 2003 Oct;18(7), p.2002-10.
17. *Seidler R.D., Purushotham A., Kim S. J., Ugurbil K., Willingham D., Ashel J.* Cerebellum activation associated with performance change but not motor learning, Science, 2002, 296, p. 2043-46.
18. *Thach W.T., Bastian A.J.* Role of the cerebellum in the control and adaptation of gait in health and disease, Prog. Brain Res., 2004, 143, p.353-66.
19. *Thompson R.F. and Kim J.J.* Memory systems in the brain and localization of a memory, PNAS, Nov. 1996, 93, p.13438-13444.