

Лизогуб В.С., *Макаренко М.В., Юхименко Л.І., Хоменко С.М., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В.
Вікова динаміка сенсомоторних функцій людей із слуховою депривацією

*Лизогуб Владимир Сергеевич, доктор біологічних наук, професор, директор
Науково-дослідного інституту фізіології імені М. Босого
E-mail: v_lizogub@ukr.net*

**Макаренко Николай Васильевич, доктор біологічних наук, професор
Юхименко Лилия Ивановна, доцент
Хоменко Сергей Николаевич, доцент
Коваль Юлия Виталиевна, аспірант*

*Кожемяко Татьяна Владимировна, преподаватель
кафедра анатомии, физиологии и физической реабилитации*

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

**Науково-дослідний центр гуманітарних проблем Збройних сил України, м. Київ, Україна*

Анотація. За результатами досліджень простих (ПЗМР) і складних зорово-моторних реакцій вибору одного (РВ1-3) та диференціювання двох з трьох (РВ2-3) подразників, здійснено оцінку сенсомоторних функцій дітей, підлітків та юнаків із слуховою депривацією. Встановлені загальні для глухих і осіб з нормальним слухом закономірності вікової динаміки різних за складністю сенсомоторних функцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. У глухих дітей, підлітків та юнаків латентні періоди простих і складних зорово-моторних реакцій були достовірно більшими, ніж у групах з нормальним слухом та поступово зменшувались і досягали максимального розвитку у 18-19 років. Більш інтенсивно зміни сенсомоторних функцій відбувались на складні реакції, ніж на прості і, особливо, у групі глухих у порівнянні з обстежуваними з нормальним слухом.

Ключові слова: онтогенез, сенсомоторні функції, слухова дисфункція

Вступ. Система слуху є одною з провідних серед існуючих у людини сенсорних систем. Еволюційно її роль зростає з появою мови як засобу соціалізації суспільства. Відсутність слуху викликає зміни у слуховій системі від периферичних структур до кори, спричиняє негативні соціальні наслідки, унеможливує оволодіння мовою [19].

Раніше на моделі зорової депривації у тварин було показано високу чутливість незрілого мозку до змінених сенсорних умов існування на ранніх етапах онтогенезу [2, 22]. З того часу накопичено багато даних щодо структурної і функціональної реорганізації деаферентованої сенсорної системи у тварин, сліпих та глухих людей [20, 23, 24, 26, 27, 28, 30]. Наведені результати досліджень свідчать про високу пластичність сенсорних систем глухих людей, але механізми нейроонтогенезу на сьогодні повністю не розкриті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення особливостей становлення різних за складністю сенсомоторних функцій в онтогенезі у людини має важливе значення для розуміння фізіологічних механізмів інтегративної діяльності мозку [9, 10, 12, 18]. Однак, на сьогодні ще не з'ясовані зміни у віковій динаміці сенсомоторних функцій, що викликані слуховою депривацією.

Вивчення феномену слухової депривації у людини пов'язано, головним чином, з обстеженнями дорослих людей. Методами нейроанатомії та нейрофізіології, транскраніальної магнітної стимуляції та сучасної нейровізуалізації встановлено, що структурні та функціональні наслідки вродженої і набутої глухоти часто включають зміни у рецепторних волоскових клітинах кортієвого органу, підкіркових і коркових структурах головного мозку [19]. Існують дані, що довгострокові зміни в кіркових структурах пов'язані з наявністю або відсутністю крос-модальної пластичності та мультисенсорної обробки інформації. Показано різноманітність структурних змін головного мозку при дисфункціях слуху [21]. Деякі з дослідників виявили зменшення

обсягу або мікроструктури білої із збереженням сірої речовини слухового центру глухих [21]. Декілька структурних змін у глухих були знайдені і за межами слухової області [21]. Коли мозок позбавляється слухового входу у ранньому віці є ознаки незворотних морфологічних змін та асиметрії у різних відділах мозку, але є й ознаки реорганізації кортексу [25].

У той же час залишається незрозумілим як відбувається структурно-функціональна реорганізація слухової системи на різних етапах онтогенезу за умов обмеженої звукової аферентації. У цьому випадку сенсомоторні реакції зорової модальності на розумові навантаження різного ступеня складності є чи не єдиним неінвазивним методом, що безпосередньо реєструє функціональний стан сенсомоторних функцій у глухих.

Мета статті – виявити закономірності та особливості вікової динаміки сенсомоторних функцій у дітей, підлітків та юнаків зі слуховими дисфункціями.

Матеріали та методи. Обстежували 76 дітей, підлітків та юнаків 12-19 років з вродженими двобічними слуховими дисфункціями та 120 однолітків з нормальним слухом. Розподіл їх на вікові групи здійснювали у відповідності до рекомендацій Симпозіуму по віковій фізіології [14]. Загальними критеріями для участі у дослідженні була відсутність органічної патології ЦНС та черепно-мозкової травми в анамнезі, неврологічних чи психічних розладів, фармакологічної терапії на момент обстеження. Дослідження проводили з дотриманням норм біоетики та положень Хельсинської декларації 1975 р. (у редакції 2000 р.) за попередньою згодою самих обстежуваних та їх батьків.

Дослідження параметрів сенсомоторних функцій включало визначення характеристик латентних періодів простих зорово-моторних реакцій (ПЗМР), реакцій вибору одного (РВ1-3) та диференціювання двох (РВ2-3) з трьох подразників. Для дослідження простих і складних сенсомоторних реакцій була використана методика та комп'ютерний діагностичний комплекс «Діагност-1М» [9].

Для визначення ПЗМР обстежуваному пропонували при появі на екрані монітора кожної геометричної фігури якнайшвидше правою (лівою) рукою натискати та відпускати кнопку. За умови дослідження РВ1-3 обстеженому пропонували при появі на екрані монітора фігури «квадрат» якнайшвидше натискати та відпускати праву кнопку. На інші сигнали кнопку не натискати. При визначенні РВ2-3 двох (позитивних) із трьох (одного гальмівного) подразників, що виконувалась двома руками обстежуваному рекомендувалось при появі на екрані монітора сигналу фігури «квадрат» якнайшвидше правою рукою натискати і відпускати праву кнопку. При появі фігури «коло» — лівою рукою ліву кнопку. На фігуру «трикутник» ні ліву, ні праву кнопку не натискати. Індивідуальним

показником сенсомоторних реакцій ми вважали те значення латентного періоду, яке було найменшим у трьох замірах кожного тесту.

Отримані результати обробляли комп'ютерною програмою Microsoft Excel-2010.

Результати та їх обговорення. У віковому діапазоні від 12 до 19 років нами були досліджені та проаналізовані особливості формування різних за складністю сенсомоторних реакцій у обстежуваних із слуховою дисфункцією. Для виявлення особливостей формування сенсомоторних властивостей у глухих проводили співставлення з обстежуваними з нормальною функцією слуху. Результати сенсомоторних реакцій ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3 у різні вікові періоди осіб з нормальним слухом та глухих представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Вікова динаміка простих і складних сенсомоторних реакцій у обстежуваних з дисфункцією слуху

Показники	Групи обстежуваних	Вікові групи, роки			
		12-13	14-15	16-17	18-19
ПЗМР, мс	Нормальний слух	265,6±6,3	260,6±8,1	248,7±7,1	244,3±4,4
	Глухі	298,8±8,7*	291,4±10,9*	282,4±9,9*	276,1±8,9*
РВ1-3, мс	Нормальний слух	398,4±8,9	359,1±5,7	357,1±4,8	350,3±4,5
	Глухі	428,5±9,4	381,3±7,8*	366,7±7,2	363,3±7,6*
РВ2-3, мс	Нормальний слух	469,1±10,3	461,5±5,9	449,5±6,4	421,4±7,1
	Глухі	529,7±10,3*	509,9±7,4*	461,1±8,8	454,4±10,6

Примітка: * – достовірність різниць $p < 0,05$ між обстежуваними з нормальним слухом та глухими, в межах відповідного вікового періоду

У обстежуваних обох груп ПЗМР поступово зменшувалась з віком ($p < 0,05$). Найбільший час ПЗМР був встановлений у дітей 12–13 років, а мінімальних значень цей показник досягав у осіб 18–19 років, що вказувало на максимальний її розвиток у цьому віці. Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дисфункціями виявлені більші латентні періоди часу ПЗМР, ніж у обстежуваних з нормальним слухом. Значимі різниці були характерні для осіб всіх вікових груп ($p < 0,05$).

Вікова динаміка РВ1-3 у групах дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом та глухих характеризувалась поступовим зменшенням латентних періодів. Аналіз змін РВ1-3 у обстежуваних обох досліджуваних груп виявив поступове зменшення цього показника з віком ($p < 0,05$). Найбільший час РВ1-3 був встановлений у дітей 12–13 років, а мінімальних значень цей показник досягав у осіб 18–19 років, що вказує на досягнення максимального розвитку цієї властивості у юнаків. Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дисфункціями виявлені більші латентні періоди часу РВ1-3, ніж у осіб з нормальним слухом ($p < 0,05$). Відсутні значимі різниці тільки у вікових групах 12–13 та 16–17 років ($p > 0,05$).

Дослідження часу РВ2-3 у обстежуваних з різним станом слухової функції показало, що як у групі глухих обстежуваних, так і з нормальним слухом найбільший час для виконання сенсомоторного завдання був виявлений у дітей 12–13 років. У подальшому у всіх вікових групах, як у глухих, так і осіб з нормальним слухом спостерігалось поступове підвищення швидкості сенсомоторного реагування на РВ2-3 аж до максимальних величини у 18–19 річному віці. Зміни показника РВ2-3 з віком мали достовірні відмінності ($p < 0,05$). Крім того, у всіх вікових групах обстежуваних зі слуховими дис-

функціями виявлені більші значення латентних періодів РВ2-3, ніж у осіб з нормальним слухом. Статистично значимі різниці між середніми значеннями РВ2-3 у осіб з нормальними слухом і глухими були виявлені тільки у вікових групах 12–13 та 14–15 років ($p < 0,05$).

За наслідками проведеної роботи у віковій динаміці глухих та осіб з нормальним слухом різних за складністю зорово-моторних реакцій встановлений паралелізм розвитку і чітко виділяється загальна тенденція, яка описана в літературі – зменшення латентних періодів під час дозрівання організму [1, 3, 8]. Щорічні зміни тривалості простих і складних зорово-моторних реакцій відрізняються у чуючих та глухих осіб. Відмітимо, що з віком зменшення латентних періодів відбувається швидше у глухих обстежуваних, ніж у осіб з нормальним слухом. На рис. 1 показані зміни простих та реакцій вибору РВ1-3 і диференціювання РВ2-3.

Характеристика вікових змін ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3, яку ми провели шляхом співставлення відносних величин, обрахованих у відсотках в різних вікових періодах з періодом максимуму їх проявів у віці 18–19 років. За таких умов у групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом показник ПЗМР становив 91%. Кожні наступні 2 роки цей показник підвищувався і у 18–19 років наближався до максимуму (100%). За цей віковий період у групі з нормальним слухом латентні періоди ПЗМР скоротились на 9%, а у групі глухих на 8% ($p < 0,05$).

У групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом показник РВ1-3 становив 87%. Кожні наступні 2 роки він підвищувався і у 18–19 років наближався до максимального рівня (100%). За цей віковий період латентні періоди РВ2-3 скоротились, а сенсомоторна реактивність підвищилась у осіб з нормальним слухом на 13%, а у глухих на 18% ($p < 0,05$).

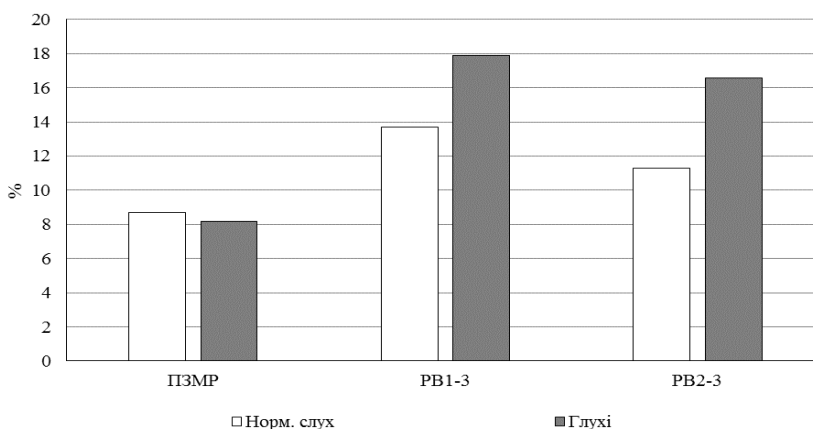


Рис. 1. Динаміка змін (%) відносно максимального значення 18–19 років показників простих і складних сенсомоторних реакцій у глухих та з нормальним слухом

Динаміка змін реакції диференціювання РВ2-3 виявила, що в групі 12–13-річних обстежуваних з нормальним слухом цей показник був всього 88%. Кожні наступні 2 роки він підвищувався і у 18–19 років наближався до максимального рівня (100%). За цей віковий період у групі чуючих латентні періоди РВ2-3 скоротились на 12%, а у глухих – на 17% ($p < 0,05$).

Отже, наведені результати вікової динаміки та аналіз латентних періодів простих і складних сенсомоторних реакцій показав, що за період онтогенезу з 12 і до 19 років у дітей, підлітків та юнаків відбувається поступове їх скорочення, але більш інтенсивно – на реакції вибору та диференціювання, ніж на прості зорово-моторні акти і, особливо, у групі глухих, ніж у осіб з нормальним слухом.

Виявлені загальні для обох груп обстежуваних закономірності вікової динаміки формування складних сенсомоторних реакцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку. Вочевидь, наведені дані в табл.1 свідчать про поступове дозрівання сенсорних систем, нервової системи та різних структур мозку, що забезпечують переробку простої і складної сенсомоторної інформації. Відомо, що у дітей, підлітків та юнаків відбувається поступові зміни у розвитку прецентральної ділянки кори головного мозку [15]. В 7–12 років удосконалюється міжцентральна взаємодія і в цілому завершується функціональне дозрівання асоціативних зон кори головного мозку, що регулюють складну рухову активність [13, 14]. Підвищення швидкості переробки інформації у дітей, підлітків та юнаків, ймовірно, пов'язано з подальшими спряженими морфологічними і функціональними перебудовами у нейронних мережах кори головного мозку і нервово-м'язового апарату [15].

Привертає увагу той факт, що показники ПЗМР у всіх вікових групах, як у глухих, так і у чуючих, були менші в порівнянні з часом, який був необхідний для переробки складної інформації РВ1-3 та РВ2-3 ($p < 0,01–0,001$). Як бачимо, швидше за все відбувалась реакція на прості подразники і вона збільшувалась на складні сигнали. Ймовірно, прихований час реакції є пряминою функцією тієї кількості інформації, яку несе в собі сигнал, залежить від складності і ступеня невизначеності його на час пред'явлення. В нашому експерименті були вибрані три способи організації зорово-моторних актів обстежуваних: ПЗМР, РВ1-3 та РВ2-3. Статистична достовірність вказаних способів організа-

ції сенсомоторних реакцій доведена методом дисперсійного аналізу ($p < 0,05$). Не виключено, що у обстежуваних, при виконанні різних за складністю сенсомоторних реакцій вибірково були задіяні різні механізми зорово-моторних реакцій [2]. Ми виділили два основних механізми, які пов'язані зі складністю зорово-моторних реакцій. Перший механізм стосується латентних періодів ПЗМР, який пояснює, що цей зорово-моторний акт здійснюється без активної участі вищих відділів центральної нервової системи. Нейрофізіологічні механізми простих зорово-моторних реакцій, очевидно, пов'язані з супраспінальними впливами на збудливість сегментарних структур і ці параметри можна розглядати як такі, що характеризують реактивність систем активації стовбурового рівня [16].

Другий – стосується РВ1-3 і, особливо, реакцій диференціювання РВ2-3. Для здійснення таких зорово-моторних реакцій необхідно було залучати безліч нервових структур і центрів, у тому числі вищі центри кори головного мозку, що відповідають за аналітико-синтетичну діяльність [8].

Отже, з аналіз результатів нашого дослідження та літературні дані показали, що виявлені нами різниці між показниками простих і складних зорово-моторних реакцій, які були отримані на одних і тих же обстежуваних у групі глухих та чуючих осіб пов'язані не тільки з віковими особливостями, які відбуваються в нервовій системі на різних етапах онтогенезу, а і обумовлені різною структурою зорово-моторної діяльності та свідчить про участь в цій діяльності різних структур і рівнів нервової системи [4, 5]. У відповідності з літературними даними [16] можна вважати, що складні і прості сенсомоторні реакції несуть різний фізіологічний зміст і відбивають функціональні механізми різних систем і підсистем. У випадку з ПЗМР така діяльність була спрямована, в основному, на забезпечення максимального темпу рухів і тому, треба думати, вищим відділам центральної нервової системи відводиться значно менша роль, а основне навантаження покладене на периферичну нервову систему.

Механізми, які забезпечують складні реакції вибору та диференціювання, на наш погляд, відбивають реактивність, активацію та регуляцію більш високого рівня, насамперед, участь фронтально-лімбічного комплексу [6, 7]. У випадку з складними зорово-моторними реакціями така рухова діяльність була результатом швидкості сприйняття, аналізу, перероб-

ки інформації і прийняття правильного рішення, що вимагало більш складної аналітико-синтетичної діяльності. Основна роль у цьому відводиться вищим відділам центральної нервової системи – корі головного мозку і підкорковим структурам, а не тільки швидкості розповсюдження збудження по нейронним комплексам, що було характерно у випадку з ПЗМР.

Отже, результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок, що вікова динаміка сенсомоторних функцій глухих і осіб з нормальним слухом має загальну тенденцію, як для простих так і складних зорово-моторних актів. Разом з тим можна вважати, що у формуванні простих і складних реакцій вибору та диференціювання віковим характеристикам, складності переробки інформації та дисфункції слухового аналізатора належить вирішальна роль. Очевидним є те, що у глухих швидкість зорово-моторних реакцій нижча, а латентні періоди довші, ніж у осіб з нормальним слухом. Раніше було показано роль зору та слуху у формуванні зорової та слухо-моторної координації при вродженій сліпоті [29]. Також відомо, що слухова система спеціалізується на часових параметрах стимуляції, а зорова – просторових [11]. Безумовно, переконані, що всі сенсомоторні акти мають просторово-часові координати, але відповідь на зорові подразники скоріше адресована до часових характеристик сигналу, ніж до просторових. Тому можливо отримані нами кращі результати зорових сенсомоторних функцій у чуючих є результатом узгодженої крос-модальної діяльності слухової і зорової систем. Навпаки, у глухих така взаємодія втрачається і зсувається у бік дисфункції слухової системи і тому реєструвались довші латентні періоди як простих так складних реакцій. Така закономірність в нашому експерименті мала місце у всіх вікових групах.

Таким чином, особливості розвитку виявлених нами сенсомоторних функцій, вказують на те, що проста і складна сенсомоторна діяльність забезпечується різними структурами і механізмами, які змінюються в онтогенезі. На нашу думку розвиток сенсомоторних функцій в онтогенезі представляє собою добре узгоджену генетично детерміновану програму удосконалення елементів, структур та механізмів що їх забезпечують. Слухова дисфункція вносить корекцію у вікову динаміку розвитку сенсомоторних функцій.

Висновки:

1. Встановлені для глухих і осіб з нормальним слухом закономірності вікової динаміки різних за складністю сенсомоторних функцій свідчать на користь генетично детермінованої програми їх розвитку.

2. У глухих дітей, підлітків та юнаків латентні періоди простих і складних реакцій вибору та диференціювання сенсомоторних реакцій були достовірно більшими, ніж у групах з нормальним слухом та поступово зменшувались і досягали максимального розвитку у 18–19 років. Більш інтенсивно такі зміни відбувались на складні реакції вибору та реакції диференціювання, ніж на прості і, особливо, у групі глухих у порівнянні з обстежуваними з нормальним слухом.

3. Виявлені особливості вікової динаміки простих і складних зорово-моторних реакцій у глухих відносно дітей, підлітків та юнаків з нормальним слухом слід вважати як недостатність розгортання спадкової програми їх розвитку.

4. Швидкість простих і складних сенсомоторних реакцій у дітей, підлітків та юнаків зі слуховою дефіцитом характеризує індивідуальні особливості переробки інформації і можуть бути використані як інформативний критерій оцінки ряду психофізіологічних функцій та поведінкових реакцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко Е.И. Время реакции человека. – М.: Медицина, 1964. – 440 с.
2. Глезер В.Д. Зрение и мышление. – СПб.: Наука, 1993. – 284 с.
3. Зайцев А.В., Лупандин В.И., Сурнина О.Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека, 1999. – Т. 25. – № 6. – С. 34.
4. Иваницкий А.М. Принципы и механизмы деятельности мозга человека. – Ленинград: «Наука», 1985. – С. 22-24.
5. Коган А.Б. Функциональная организация нейронных механизмов мозга. – Л.: Медицина, 1979. – 224 с.
6. Крик Ф., Кох К. Проблема сознания // В мире науки, 1992. – №11-12. – С. 113.
7. Лебедев А.Н. Константа М.Н. Ливанова в количественном описании психологических явлений // Психологический журнал, 1997. – Т. 18. – № 6. – С. 96.
8. Макаренко М.В., Лизогуб В.С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. – Черкаси: «Вертикаль», 2011. – 256 с.
9. Макаренко М.В., Лизогуб В.С., Безкопильний О.П. Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. – Черкаси: «Вертикаль», 2014. – 102 с.
10. Макачук М.Ю., Куценко Т.В., Кравченко В.І., Данилов С.А. Психофізіологія: навч. пос. / К.: ООО «Інтерсервіз», 2011. – 329 с.
11. Сергиенко Е.А., Лебедева Е.И., Прусакова О.А. Модель психического как основа становления понимания себя и другого в онтогенезе человека. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2009. – 415 с.
12. Симонов П.В. На стратегических направлениях изучения высшей нервной деятельности // Журн. высш. нервн. деят., 1986. – Т.36. – № 2. – С. 285-297.
13. Сологуб, Е.Б. Кортикальная регуляция движений человека. – Л.: Медгиз, 1981. – 183 с.
14. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. // Физиол. человека, 1991. – Т.17. – № 5. – С. 17-27.
15. Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности) // Физиология человека, 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 17-24.
16. Фейгенберг И.М. Быстрота моторной реакции и вероятностное прогнозирование // Физиология человека, 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 51-62.
17. Хризман, Т.П. Развитие функций мозга ребенка: электроэнцефалографические исследования / Т.П. Хризман. – Ленинград: Наука, 1978. – 128 с.
18. Чайченко Г.М. Физиология вищої нервової діяльності. – К.: Либідь, 1993. – 218 с.
19. Butler BE, Lomber SG. Functional and structural changes throughout the auditory system following congenital and early-onset deafness: implications for hearing restoration // Front. Syst. Neurosci. 2013 Nov 26. 7:92. doi: 10.3389/fnsys.2013.00092.
20. Gougoux F. A Functional Neuroimaging Study of Sound Localization: Visual Cortex Activity Predicts Performance in Early-Blind Individuals / F. Gougoux, R.J. Zatorre, M. Lassonde,

- P. Voss, F. Lepore // PLoS Biology. – 2005. – Vol. 3 (2), e 27. – P. 0324–0333.
21. Hribar M, Suput D, Carvalho AA, Battelino S, Vovk A. Structural alterations of brain grey and white matter in early deaf adults. // *Hear Res.* 2014 Dec; 318:1-10. doi: 10.1016/j.heares.2014.09.008. Epub 2014 Sep 28.
 22. Hubel D.H. The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens / Hubel D.H., Wiesel T.N. // *J. Physiol.* – 1970. – Vol. 206 (2). – P. 419–436.
 23. Jiang J. Thick Visual Cortex in the Early Blind / J. Jiang, W. Zhu, F. Shi, Y. Liu, J. Li, W. Qin, K. Li, Ch. Yu, T. Jiang // *J. Neurosci.* – 2009. – Vol. 29 (7). – P. 2205–2211.
 24. Klinge C. Increased amygdala activation to emotional auditory stimuli in the blind / C. Klinge, B. Röder, Ch. Büchel // *Brain.* – 2010. – Vol. 133 (Pt 6). – P. 1729–1736.
 25. Li W, Li J, Xian J, Lv B, Li M, Wang C, Li Y, Liu Z, Liu S, Wang Z, He H, Sabel BA. Alterations of grey matter asymmetries in adolescents with prelingual deafness: a combined VBM and cortical thickness analysis. // *Restor Neurol Neurosci.* 2013; 31(1):1-17. doi: 10.3233/RNN-2012-120269.
 26. Ptito M. Alterations of the visual pathways in congenital blindness / Ptito M., Schneider F., Paulson O. B., and Kupers R. // *Exp. Brain Res.* – 2008. – Vol. 187 (1). – P. 41–49.
 27. Renier L.A. et al. Preserved functional specialization for spatial processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Renier L.A., Anurova I., De Volder A.G., Carlson S., VanMeter J., Rauschecker J.P. // *Neuron.* – 2010. – Vol. 68 (1). – P. 138–148.
 28. Shimony J. S. Diffusion tensor imaging processing in the middle occipital gyrus of the early blind / Shimony J. S., Burton H., Epstein A. A., McLaren D. G., Sun S. W., and Snyder A. Z. // *Neuron.* – 2006. – Vol. 68. – P. 138–148.
 29. Troster, H. & Brambling, M. (1993). Early Motor Development in Blind Infants. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 14, 83-106.
 30. Voss P. Occipital Cortical Thickness Predicts Performance on Pitch and Musical Tasks in Blind Individuals / Patrice Voss, Robert J. Zatorre // *Cerebral Cortex.* – 2012. – Vol. 22. – P. 2455– 2465.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boyko E.I. Human reaction time. – M.: Medicine, 1964. – 440 p.
2. Glezer V.D. Vision and thinking. – SPb.: Nauka, 1993. – 284 p.
3. Zaytsev A.V., Lupandin V.I., Surnina O.E. Age dynamics of the reaction time to visual stimuli // *Human Physiology*, 1999. – V. 25. – № 6. – P. 34.
4. Ivanitskiy A.M. Principles and mechanisms of activity of the human brain. – Leningrad, "Nauka", 1985. – P. 22-24.
5. Kogan A.B. Functional organization of the neural mechanisms of the brain. – L.: Medicine, 1979. – 224 p.
6. Krik F., Koh K. The problem of consciousness // *In the world of science*, 1992. – №11-12. – P. 113.
7. Lebedev A.N. Constant of M.N. Livanov in the quantitative description of psychological phenomena // *Psychological Journal*, 1997. – Vol. 18. – № 6. – P. 96.
8. Makarenko M.V., Lizogub V.S. Ontogeny of physiological functions of man. – Cherkasy: "Vertical", 2011. – 256 p.
9. Makarenko M.V., Lizogub V.S., Bezkopilnyy O.P. Guidance for the workshop on differential psychophysiology and physiology of higher nervous activity. – Cherkasy: "Vertical", 2014. – 102 p.
10. Makarchuk M.Yu., Kutsenko T.V., Kravchenko V.I., Danilov S.A. Psychophysiology: Textbook / K.: LLC "Interserviz", 2011. – 329 p.
11. Sergienko E.A., Lebedeva E.I., Prusakova O.A. Mental model as a basis for understanding the formation of self and other in human ontogenesis. – M.: Publishing House of the "Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences", 2009. – 415 p.
12. Simonov P.V. On the strategic directions of studying higher nervous activity // *Journal of Higher Nervous Activity*, 1986. – Vol. 36. – № 2. – P. 285-297.
13. Sologub, E.B. Cortical regulation of human motion. – L.: Medgiz, 1981. – 183 p.
14. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. // *Human Physiology*, 1991. – Vol. 17. – № 5. – P. 17-27.
15. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. Functional organization of the developing brain (age features and some patterns) // *Human Physiology*, 1991. – Vol. 17. – № 5. – P. 17-24.
16. Feygenberg I.M. Speed of motor reaction and probabilistic forecasting // *Human Physiology*, 2008. – Vol. 34. – № 5. – P. 51-62.
17. Hrizman, T.P. The development of a child's brain functions: electroencephalographic studies / T.P. Hrizman. – Leningrad: Nauka, 1978. – 128 p.
18. Chaychenko G.M. Physiology of Higher Nervous Activity. – K.: Libydy, 1993. – 218 p.

Lizogub V.S., Makarenko M.V., Yukhimenko L.I., Khomenko S.M., Koval J.V., Kozhemyako T.V.

The age dynamic of sensorimotor function of people with heart deprivation

Abstract. Sensorimotor functions: simple and complex visual-motor responses, select one and two of the three differentiation stimuli for children, adolescents and young people with auditory deprivation was studied. The general laws for the deaf and those with normal hearing age dynamics of different complexity sensorimotor functions indicate genetically determined program of development. In deaf children, adolescents and young latent periods of simple and complex visual-motor responses were significantly higher than in the group with normal hearing and gradually decreased and were full development in 18-19 years. Features age dynamics of simple and complex visual-motor reactions in relatively deaf children, adolescents and young people with normal hearing was found. More intense changes in sensorimotor functions to the complex reactions of Deaf children was registered.

Keywords: ontogenesis, sensorimotor function, heart dysfunction.

Лизогуб В.С., Макаренко Н.В., Юхименко Л.И., Хоменко С.Н., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В.

Возрастная динамика сенсомоторных функций людей со слуховой депривацией

Аннотация. По результатам исследований простых (ПЗМР) и сложных зрительно-моторных реакций выбора одного (РВ1-3) и дифференциации двух из трёх (РВ2-3) раздражителей, проведена оценка сенсомоторных функций детей, подростков и юношей со слуховой депривацией. Выявленные общие для глухих и людей с нормальным слухом закономерности возрастной динамики различных по сложности сенсомоторных функций, что свидетельствует о генетически детерминированной программе их развития. У глухих детей, подростков и юношей латентные периоды простых и сложных зрительно-моторных реакций были достоверно больше, чем в группах с нормальным слухом и постепенно уменьшались, достигая максимального развития в 18-19 лет. Более интенсивно изменения сенсомоторных функций происходили на сложные, чем на простые реакции, и особенно, в группе глухих по сравнению с исследуемыми с нормальным слухом.

Ключевые слова: онтогенез, сенсомоторные функции, слуховая дисфункция.