

## ЕТИОЛОШКИ ЧИНИОЦИ ЛЕВОРУКОСТИ

Сања МИЛЕНКОВИЋ, Горан БЕЛОЈЕВИЋ, Радојка КОЦИЈАНЧИЋ

Институт за хигијену и медицинску екологију, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд

### КРАТАК САДРЖАЈ

Латерализованост обележава екстремитете и чула једне стране тела који су везани аферентним и еферентним путевима са примарним моторним и сензорним пољима хемисфера са супротне стране. Доминантна латерализованост је појава водећег екстремитета или водећег чула при вршењу сложених психомоторних активности. Латерализованост се јавља као дешњаштво и леваштво истовремено, равноправно по функцији, симетрично по начину обављања активности. Доминантна латерализованост се јавља као дешњачка, што је најчешће, или по типу леваштва, што је знатно ређе. У објашњењу настанка латерализације највише је прихваћена генетска теорија. Према тој теорији, обрасци асиметрије мождане организације (анатомске, функционалне и биохемијске) су строго генетски детерминисани. Међутим, немогућност да се јасно покаже повезаност између генетских фактора и леворукости упутила је истраживаче да детаљније испитају и утицај средине на појаву леворукости. Посебна пажња посвећена је интраутеринској средини и факторима који делују у току интраутеринског развоја, од којих су најзначајнији полни хормони и излагање ултразвуку. Процењује се да се пет додатних случајева недешњачке латерализованости јавља на сваких сто мушкараца који су били изложени ултразвуку *in utero* у поређењу са неизложенима. Социо-културолошка пресија над леворуким људима раније је била много више изражена него данас, што потврђују научни налази о томе да има 13% леворуких међу двадесетогодишњацима и мање од 1% међу осамдесетогодишњацима.

**Кључне речи:** латерализованост; леворуконост; генетски фактори; полни хормони; ултразвук

### УВОД

Појам латерализованости означава екстремитете и чула једне стране тела који су везани аферентним и еферентним путевима са примарним моторним и сензорним пољима хемисфера са супротне стране. Доминантна латерализованост подразумева појаву водећег екстремитета или водећег чула при вршењу сложених психомоторних активности. Доминантна латерализованост најчешће се јавља као дешњачка, док је леваштво знатно ређе [1]. Латерализованост није искључиво одлика човека или других топлокрвних сисара. Истраживања у молекуларној биологији, испитивања структуре протеина, покретљивости бактерија и унутарћелијске латерализације код цилијата показује значајну, универзалну природу латерализованости у живим системима [2]. Асиметрија мождане организације потврђена је, на пример, код пацова [3] и птица певачица [4].

Међу истраживачима још не постоји сагласност о томе ко се заправо може сматрати леворуким, која је етиологија леворукости, као и који је проценат леворуких људи у општој популацији [5, 6]. Постоје контроверзни одговори на питање да ли је за критеријум леворукости довољна рука којом се пише или процену треба вршити на основу додатних параметара које садрже поједини упитници [7]. Засад не постоји сагласност у литератури да ли је леворуконост преваходно одређена генетским утицајем или интраутеринским утицајем хормона на мозак у току развоја или можда са оба наведена фактора [8]. Људи који су леворуки, према налазима неких аутора, представљају 6-14% целокупне популације [9]. Код нас је проценат леворуких људи у општој популацији 5-10%, посматрано од неразвијених ка развијеним срединама, где је социо-културолошка пресија мање изражена [1]. Према нашем истраживању спроведеном на узорку од 2.546 деце узраста од 11 до 14 година, проценат

леворуке деце био је 7,6% [10]. У већини студија о леворукости указано је на то да се леворуконост чешће јавља код мушкараца [11, 12].

Људи живе у десноруко-дизајнираном свету у коме су леворуки принуђени на свакодневно прилагођавање. Прве озбиљније тешкоће у прилагођавању леворука деца испољавају у школском узрасту, када су могуће учестале неуротске тегобе код њих у односу на десноруку децу [13, 14] и тешкоће у учењу писања [15]. Леворуконост је на рационалном нивоу прихватљива, али у свакодневном животу увек приметимо да неко пише левом руком као неку малу необичност [12].

### ЕТИОЛОГИЈА ЛЕВОРУКОСТИ

Теорије за објашњење настанка леворукости засноване су на генетским, патолошким и социо-културолошким чиниоцима [6].

#### Генетски чиниоци

Познат је научни став да је лева хемисфера мозга уобичајено доминантна за говор и моторне активности, док је десна хемисфера одговорна за уметничке склоности, оријентацију у простору, пажњу и многе аспекте емотивног живота. У објашњењу настанка латерализације највише је прихваћена генетска теорија. Према овој теорији, обрасци анатомске, функционалне и биохемијске асиметрије мождане организације код људи су, као и у животињском свету, строго генетски детерминисани [9]. Научници су генерално прихватили да постоји ген који одређује положај центра за говор у левој хемисфери мозга. Код дешњака је уобичајено да се центар за говор налази у левој хемисфери. Код око 70% леворуких људи цен-

тар за говор се такође налази у левој хемисфери, док је код 30% њих у десној или се протеже кроз обе моздане хемисфере. Ово се коси са традиционалним начелом да је за леворуке људе доминантна десна хемисфера мозга, те данас неки истраживачи чак сматрају да доминантност руке и церебрална доминација не морају уопште бити повезани. Ако су оба родитеља леворука или је леворука само мајка, постоји већа могућност да и њихова деца то буду. Према резултатима неких истраживања, вероватноћа за добијање леворуке деце је 9% ако су оба родитеља деснорука, 19% ако је један родитељ деснорук а други леворук, односно 26% ако су оба родитеља леворука [12, 16]. Друге студије су показале да је вероватноћа за добијање леворуке деце чак 40% ако су оба родитеља леворука [17]. Ипак, генетски чиниоци нису довољни за објашњење етиологије леворукости. Потврда за овакав став су резултати истраживања на једнојајчаним близанцима. Ако је леворукост искључиво генетски условљена, оба једнојајчана близанца имала би истоветну доминантну латерализованост. Међутим, истраживања су показала да је само у 76% случајева јављања леворукости код једнојајчаних близанаца она присутна код оба [18].

#### Патолошки чиниоци

Ако би жива бића генетски била предодређена да буду деснорука, онда је леворукост, како неки аутори сматрају, неуспех да се буде деснорук. Научници су покушавали да објасне који је тип развојне „грешке” направљен. Гешвинд (*Geschwind*) и Галабурда (*Galaburda*) [9] су предложили могуће факторе који воде развојним променама и неправилној мозданој доминацији. Посебну пажњу посветили су интраутеринској средини и факторима који делују у току интраутеринског развоја. У материци и мушки и женски фетуси деле исте материнске и хормоне плаценте. Утврђено је да полни хормони, а посебно тестостерон, могу утицати на пролиферацију и миграцију неурона у мозгу фетуса у критичним периодима у току развоја, делујући на одговарајуће хормонске рецепторе и ензиме. Рецептори за тестостерон утврђени су у нервним и другим ткивима у организму [9]. У експерименталним студијама је, применом радиоимуноесеј метода, показано да се титар тестостерона у плазми мушких фетуса пацова нагло повећава ако је мајка изложена стресу [19]. Када се у мушком фетусу развију тестиси, ниво тестостерона се повећава до високих вредности. Нагло повећање нивоа тестостерона у материци под утицајем стреса, комбинован са додатним тестостероном из тестиса, може изазвати успорен и неправилан развој посебно леве хемисфере мозга, јер се она спорије развија од десне. Ово може бити и једно од објашњења зашто леворуких особа има више међу мушкарцима. Вероватно је да се леворукост код особа женског пола пре може повезати с повећаном осетљивошћу рецептора за тестостерон, него са повишеним нивоом овог хормона *in utero* [9].

С обзиром на велику раширеност примене ултразвука у пренатусној дијагностици, постављена је хипотеза о повезаности излагања ултразвуку *in utero* и

каснијој леворукости. Лонгитудинална проспективна студија латерализованости спроведена је у Норвешкој на 2.161 детету до узраста од осам-девет година чије су мајке у току трудноће биле укључене у контролисани рандомизирани оглед рутинске ултрасонографије. Утврђено је да је однос могућности (*odds ratio* – *OR*) за недешњачку латерализованост био за 32% већи код деце која су била изложена ултразвучном прегледу *in utero* између 18. и 32. недеље трудноће, него код деце контролне групе, која нису била изложена прегледу ултразвуком *in utero* (*OR*=1,32; 95% интервал поверења 1,02-1,71) [20]. Исти аутори су у метаанализи две проспективне студије показали да је ова повезаност статистички значајна само код децака, тако да се може проценити да се пет додатних случајева недешњачке латерализованости јављају на сваких 100 мушкараца који су били изложени ултразвуку *in utero* [21]. У каснијој ретроспективној студији на кохорти шведских регрута рођених у периоду од 1973. до 1978. године, од којих је 6.858 било изложено ултразвуку *in utero*, а 172.537 нису, потврђени су налази Салвесена (*Salvesen*) и сарадника [22]. У периоду од 1973. до 1975. године, када је ултразвук тек почео да се уводи и није се још често примењивао, није утврђена разлика у леворукости. Међутим, за мушкарце рођене у периоду 1976-1978, када је примена ултразвука постала чешћа, ризик за леворукост био је значајно већи код испитаника изложених ултразвуку *in utero* него код неизложених (*OR*=1,32, 95% интервал поверења 1,16 -1,51) [22]. С обзиром на конзистентност резултата епидемиолошких студија, може се претпоставити да енергија коју мозак мушког фетуса прима у току излагања ултразвуку може утицати на миграцију неурона [8].

#### Социјални и културолошки чиниоци

Током људске историје леворукост се доводила у везу са „ђаволом”, слабошћу, женским родом, односно неподобношћу или лошом навиком коју треба мењати прежежбавањем на дешњаштво [2, 17]. Савремени став неуропсихологије развојног доба јесте да се прежежбавање сме вршити само до четврте године, и то у строго ограниченим индикацијама, као што су повреде или одузетост леве руке, лезије доминантне хемисфере мозга или амбивалентност латерализованости. Наиме, проблематично је шта се при прежежбавању догађа са самом личношћу детета. Прежежбавање може представљати атак на интегритет осећајног става детета према себи самоме, при чему се може јавити муцање као последица неуспешне прежежбаности у целини [1].

Многе студије показују смањивање броја леворуких с годинама. Истраживања показују да има 13% леворуких међу двадесетогодишњацима и мање од 1% леворуких међу осамдесетогодишњацима [12, 23]. Овај налаз би се могао објаснити тиме да је социо-културолошка пресија над леворуким људима раније много више била изражена него данас, када је овај став знатно либералнији, али и претпоставком о скраћеном животном веку код леворуких људи [24].

## ЗАКЉУЧАК

Засад не постоји сагласност међу истраживачима да ли су у етиологији леворукости пресудни генетски, патолошки или социо-културолошки чиниоци. Полигенетско објашњење које узима у обзир и спољашње факторе је најприхватљивије објашњење за сада. Међутим, неки аутори сугеришу патолошко порекло леворукости које је условљено оштећењем у левој хемисфери мозга пре или за време рађања. Леворукост се, посебно код особа мушког пола, повезује са факторима који делују на мождану организацију у току интраутеринског развоја, од којих су најзначајнији тестостерон и излагање ултразвуку. Многе студије указују на опадање леваштва с годинама старости, што се објашњава тиме да је социо-културолошка пресија над леворуким људима раније била мно-го више изражена. Постоје и хипотетичка тумачења о скраћеном животном веку код леворуких људи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bojanin S. Neuropsihologija razvojnog doba i opšti reduktivni metod. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 1985.
2. Turner BS. Left handedness. *BMJ* 1993; 307(6919):1577-8.
3. Diamond MC, Johnson RE, Ingham CA. Morphological changes in the young, adult and aging rat cerebral cortex, hippocampus, and diencephalon. *Behav Biol* 1975; 14:163-74.
4. Nottebohm F. Brain pathways for vocal learning in birds: A review of the first ten years. *Prog Psychobiol Physiol* 1980; 9:85-124.
5. Perelle IB, Ehrman L. An international study of human handedness: the data. *Behav Genet* 1994; 24(3):217-27.
6. Reiss M, Reiss G. Current aspects of handedness. *Wien Klin Wochenschr* 1999; 111(24):1009-18.
7. Gabbard C. Considering handedness in studies involving manual control. *Motor Control* 1998; 2(1):81-6.
8. Salvesen KÅ. Ultrasound and left-handedness: a sinister association? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19:217-21.
9. Geschwind N, Galaburda AM. Cerebral lateralization: biological mechanisms, association and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Arch Neurol* 1985; 42:428-59.
10. Milenković S, Kocijančić R, Belojević G. Left handedness and spine deformities in early adolescence. *Eur J Epidemiol* 2004; 19(10):969-72.
11. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9:79-113.
12. Paul D. Left-Handed Helpline. Manchester: Dextral Books; 1994.
13. Kocijančić R. Psihofiziologija rasta i razvoja. In: Kocijančić R, editor. Higijena. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 2002. p.311-33.
14. Milenković S, Kocijančić R, Belojević G. Levorukost i neurotske tegobe kod školske dece u pubertetskom periodu. XVI stručni sastanak preventivne medicine Timočke Krajine – Ekološka istina 2003, Tehnički fakultet Bor, Univerzitet u Beogradu; 2003. Zbornik radova, p.427-9.
15. Kocijančić R. Školska higijena. In: Kocijančić R, editor. Higijena. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; 2002. p.276-309.
16. Levy J, Reid M. Variations in cerebral organization as a function of handedness, hand posture in writing and sex. *J Exp Psychol: General* 1978; 107:119-44.
17. Coren S, Halpern DF. Left-handedness: a marker for decreased survival fitness. *Psychol Bull* 1991; 109(1):90-106.
18. Coren S. Twinning is associated with an increased risk of left-handedness and inverted writing hand posture. *Early Hum Dev* 1994; 40(1):23-7.
19. Ward IL, Weisz J. Maternal stress alters plasma testosterone in fetal males. *Science* 1980; 207(4428):328-9.
20. Salvesen KÅ, Vatten LJ, Eik-Nes SH, Hugdahl K, Bakketeig LS. Routine ultrasonography in utero and subsequent handedness and neurological development. *BMJ* 1993; 307(6897):159-64.
21. Salvesen KÅ, Eik-Nes SH. Ultrasound during pregnancy and subsequent childhood non-right handedness: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 13(4):241-6.
22. Kieler H, Cnattingius S, Haglund B, Palmgren J, Axelsson O. Sinistrality-a side-effect of prenatal sonography: a comparative study of young men. *Epidemiology* 2001; 12(6):618-23.
23. Halpern DF, Coren S. Handedness and life span. *N Engl J Med* 1991; 324:998.
24. Milenković S, Belojević G, Kocijančić R. Levorukost i očekivano trajanje života. Naučno stručni skup „EkoIst '04”, Tehnički fakultet Bor, Univerzitet u Beogradu; 2004. Zbornik radova, p.553-5.

## AETIOLOGICAL FACTORS IN LEFT-HANDEDNESS

Sanja MILENKOVIĆ, Goran BELOJEVIĆ, Radojka KOCIJANČIĆ

Institute of Hygiene and Medical Ecology, School of Medicine, University of Belgrade, Belgrade

## ABSTRACT

Lateralisation associates the extremities and senses of one side of the body, which are connected by afferent and efferent pathways, with the primary motor and sensory areas of the hemisphere on the opposite side. Dominant laterality denotes the appearance of a dominant extremity or sense in the performance of complex psychomotor activities. Laterality is manifested both as right-handedness or left-handedness, which are functionally equivalent and symmetrical in the performance of activities. Right-handedness is significantly more common than left-handedness. Genetic theory is most widely accepted in explaining the onset of lateralisation. According to this theory, the models of brain organisation asymmetry (anatomical, functional, and biochemical) are strongly, genetically determined. However, the inability to clearly demonstrate the association between genetic factors and left-handedness has led researchers to investigate the effects of the environment on left-handedness. Of particular interest are the intrauterine environment and the factors influencing foetal development, of

which hormones and ultrasound exposure are the most significant. It has been estimated that an extra five cases of non-right-handed lateralisation can be expected in every 100 males who were exposed to ultrasound *in utero* compared to those who were not. Socio-cultural pressure on left-handed individuals was much more severe in the past, which is confirmed by scientific findings that left-handedness is present in 13% of individuals in their twenties, while in less than 1% of individuals in their eighties.

**Key words:** laterality; left-handedness; genes; sex hormones; ultrasound

Goran BELOJEVIĆ  
Institut za higijenu i medicinsku ekologiju  
Medicinski fakultet  
Dr Subotića 8, 11000 Beograd  
Tel.: 011 361 2762  
E-mail: gogibel@eunet.yu

\* Рукопис је достављен Уредништву 12. 4. 2005. године.