

Prikaz metodoloških i analitičkih pristupa u mikrorazvojnim istraživanjima

Zrinka Ristić Dedić

Institut za društvena istraživanja – Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja

Sažetak

Ovaj rad opisuje metodologiju mikrorazvojnih istraživanja, te sadrži pregled najčešćih pristupa u analizi mikrorazvojnih podataka. Pod mikrorazvojnim istraživanjima podrazumijeva se metodološki pristup u kojem se ispitanici opetovano u relativno kratkim vremenskim intervalima izlažu situaciji učenja kako bi se istraživali procesi promjena u znanju, vještinama i razumijevanju (Granott i Parziale, 2002). Blizina i intenzitet opažanja u tim istraživanjima, kao i bogatstvo prikupljenih (kvalitativnih i kvantitativnih) podataka, omogućuju pristup tekućim procesima učenja, kao i praćenje toga kako učenici konstruiraju novo znanje i razvijaju strategije rada na zadacima. Zbog detaljnosti podataka o doživljajima i ponašanjima pojedinih ispitanika u vrijeme promjena, metoda je prikladna za ispitivanje individualnih razlika u procesima učenja i razvoja.

Složenost metodologije mikrorazvojnih istraživanja nije, međutim, dovoljno praćena uporabom prikladnih analitičkih postupaka. Priroda i struktura podataka iz mikrorazvojnih istraživanja ne odgovara zahtjevima standardnih analitičkih metoda (npr. analizi varijance), a primjenom isključivo deskriptivnih analiza i grafičkog prikazivanja podataka se ispuštaju važni podaci o procesima promjena, i onemogućuje se testiranje složenih istraživačkih hipoteza.

Statističko modeliranje mikrorazvojnih podataka predstavlja obećavajuće analitičko rješenje, ali tek treba ući u širu primjenu. U radu su ukratko prikazani primjeri modeliranja podataka koje predlažu Cheshire i sur. (2007).

Ključne riječi: mikrorazvojna istraživanja, mjerenje procesa promjena, analiza podataka

UVOD

Ovaj rad prikazuje najčešće pristupe u analizi podataka dobivenih mikrorazvojnim istraživanjima. Prvi je dio rada posvećen opisu glavnih obilježja mikrorazvojnih istraživanja, kako bi se bolje razumjela kvaliteta i količina podataka koji se prikupljaju tim istraživanjima. U drugom je dijelu detaljnije objašnjeno što

✉ Zrinka Ristić Dedić, Institut za društvena istraživanja – Centar za istraživanje i razvoj obrazovanja, Amruševa 11, 10000 Zagreb. E-pošta: zrinka@idi.hr

se mjeri i analizira u mikrorazvojnim istraživanjima. Treći i četvrti dio rada bave se različitim pristupima i najčešćim metodama analize podataka u mikrorazvojnim istraživanjima, te ukratko objašnjavaju mogućnosti složenih analiza i modeliranja mikrorazvojnih podataka.

Mikrorazvojna istraživanja – glavna obilježja

Pod mikrorazvojnim istraživanjima podrazumijeva se metodološki pristup u kojem se ispitanici opetovano u relativno kratkim vremenskim intervalima izlažu situaciji učenja kako bi se istraživali procesi promjena u znanju, vještinama i razumijevanju (Granott i Parziale, 2002). Pristup se zove mikrorazvojni, jer se pojam "mikrorazvoj" upravo odnosi na procese promjena u sposobnostima, znanjima i razumijevanju u kratkim vremenskim razdobljima. Pritom, kratka vremenska razdoblja mogu biti minute, sati, tjedni, pa čak i mjeseci, ovisno o brzini razvoja u pojedinom ispitivanom području, koja i određuje potrebno trajanje ispitivanja (Flynn, Pine i Lewis, 2007). Cilj je pristupa potaknuti proces promjene pružajući ispitaniku unutar ograničenog i zgusnutoga vremenskog razdoblja mogućnost stjecanja iskustva koja mogu dovesti do promjene (Kuhn, 1995).

Mikrorazvojni metodološki pristup se često zove i mikrogenetski. Pojam "microgenesis" je, provodeći istraživanja u kojima je višekratno izlagao iste ispitanike auditivnim podražajima kako bi mjerio diskriminativnost u auditivnoj percepciji, skovao Werner 1956. godine označujući njime procese koji se odvijaju u kratkom vremenskom razdoblju (Flynn, Pine i Lewis, 2007). Metoda ima svoju podlogu i u pristupu koji su zauzimali i Piaget i Vygotski, zalažući se za istraživanja procesa razvoja u svim njegovim fazama i promjenama (Flynn, Pine i Lewis, 2006).

Mikrorazvojni se pristup značajno razlikuje od klasičnih transverzalnih i longitudinalnih istraživanja koja uzorkuju doživljaje i ponašanja ispitanika u različitoj dobi. Dok ti nacrti mogu odgovoriti na pitanja "U kojoj dobi djeca razumiju...?" ili "Razvija li se neka strategija X prije, poslije ili u isto vrijeme kad i Y?", oni su manje uspješni u odgovaranju na pitanja "Kroz koje procese učenici uče...?" ili "Vodi li strategija X do strategije Y?" (Siegler, 2006), prvenstveno zato što ne omogućuju neposredno opažanje procesa promjene (Lavelli, Pantoja, Hsu, Messinger i Fogel, 2005). Naime, u longitudinalnim istraživanjima vremenski intervali su postavljeni tako udaljeno da nije moguće uhvatiti procese promjena onako kako se događaju, već se dobivaju samo pojedinačne slike uzete u različitim vremenskim točkama. Te slike omogućuju istraživaču analizu rezultata promjena, ali ne i samoga procesa (Granott i Parziale, 2002). Osim toga, i transverzalni i longitudinalni nacrti se uglavnom usmjeravaju na grupne podatke i tretiraju individualni varijabilitet kao izvor pogreške. Međutim, za istraživanje procesa promjena upravo je važno zahvatiti taj varijabilitet, jer on predstavlja značajnu informaciju o tome kada i kako dolazi do promjene (Flynn, Pine i Lewis, 2006).

U mikrorazvojnim istraživanjima istraživači se fokusiraju na pitanja kako ljudi uče, razvijaju nove vještine, otkrivaju nove strategije, rješavaju probleme itd., kako se odvija učenje, koji mehanizmi dovode do promjene i koji uvjeti su povezani s pojavljivanjem promjene. Za razliku od transverzalnih i longitudinalnih istraživanja, mikrorazvojna istraživanja, na temelju ponavljanih mjerenja na istim ispitanicima u razvojnim razdobljima u kojima se očekuje relativno brzo mijenjanje promatranih osobina, ispituju procese promjena u znanju, razumijevanju i vještinama onako kako se oni događaju, zahvaćajući same procese učenja, neposredno opažajući kako učenici konstruiraju nova znanja i prateći varijacije u korištenju strategija (Siegler i Crowley, 1991). Pritom, detaljno se promatra vrijeme tranzicije, analiziraju se obrasci i obilježja promjena, te se pokušavaju identificirati i objasniti mehanizmi koji se nalaze u njihovoj osnovi. Intenzivnim mjerenjima na pojedinim ispitanicima mikrorazvojni nacrti omogućuju praćenje individualnih razvojnih putova, istraživanje inter- i intraindividualnog varijabiliteta, kao i ispitivanje stabilnosti i nestabilnosti ponašanja kroz vrijeme.

Za razliku od Grannot i Parziale (2002) koji govore o promjenama u kratkim vremenskim razdobljima, definicija mikrorazvojnoga istraživačkog dizajna koju originalno daju Siegler i Crowley (1991) ne spominje vremensku skalu, već samo navodi da gustoća i raspon mjerenja moraju biti prikladni za područje koje se ispituje. Po Siegleru i Crowleyu (1991) mikrorazvojnu metodu karakteriziraju tri glavna obilježja:

1. Razdoblje mjerenja se proteže od početka procesa promjene do stabilnog stanja, a mjerenja se odvijaju u razdoblju brzo promjenjive osobine ili ponašanja. Jedinica analize je osoba koja se mijenja.
2. Za vrijeme istraživanja, gustoća mjerenja je visoka, usporedivo sa stopom promjene. Potrebna su redovita i gusta mjerenja kako bi se zahvatila pojavnost i priroda promjene, te kako bi se zabilježile male, prijelazne faze koje se zbivaju u razdoblju kad osoba napreduje od stanja nepostojanja kompetencije u nekom području prema stanju potpune kompetencije u tom području (Flynn, Pine i Lewis, 2007). Mjerenja se provode prije, za vrijeme i poslije pojavljivanja promjene u određenom području, a odvijaju se u vremenskim intervalima koji su kraći od vremenskih intervala potrebnih da dođe do promjene (Lavelli i sur., 2005).
3. Prikupljeni se podaci dubinski analiziraju, a intenzivna se usporedba pojedinih opažanja usmjerava na zaključivanje o procesima koji dovode do kvantitativnih i kvalitativnih promjena (Sigler, 2006; Siegler i Crowley, 1991).

Mikrorazvojni istraživački pristup se pokazao prikladnim za ispitivanje različitih dobnih skupina (od djece dojenačke dobi do starijih osoba), te istraživanja različitih problema i područja – ispitivanja pažnje, pamćenja, računanja, rješavanja problema, teorije uma, konceptualnog razumijevanja, znanstvenog razmišljanja,

rješavanja socijalnih problema, matematičkog rezoniranja, jezika, motoričkih vještina itd. (Chen i Siegler, 2000; Siegler, 2006).

Postoje različite varijante mikrorazvojne metode, a Granott i Parziale (2002) navode pet dimenzija po kojima se mikrorazvojna istraživanja međusobno razlikuju:

1. Neka istraživanja koriste nove zadatke tj. one koji se uobičajeno ne susreću izvan eksperimentalnih situacija, dok neka koriste poznate zadatke - one koji se pojavljuju u normalnim uvjetima razvoja, odnosno one koje su ispitanici već susretali, ali nisu sasvim svladali.
2. Neka istraživanja se usmjeravaju na intenzivno i koncentrirano iskustvo u kratkom vremenskom razdoblju, pa se uobičajeno govori o akceleriranom mikrorazvoju. Druga se istraživanja temelje na uobičajenom i u vremenu razdijeljenom iskustvu.
3. Neka mikrorazvojna istraživanja se usmjeravaju na razinu pojedinca odnosno individualnog iskustva, dok neka uključuju socio-interaktivno iskustvo (između učenika, između učenika i istraživača, između učenika i učitelja). Ispituju se i promjene na razini dijadnih odnosa, kao i promjene na razini većih grupa (Flynn, Pine i Lewis, 2007).
4. U nekim se istraživanjima ispitanicima dozvoljava spontana, neograničena aktivnost (bez korektivne povratne informacije), dok se u drugim istraživanjima radi o vođenoj aktivnosti (treningu ili situaciji u kojoj učenik dobiva povratnu informaciju od istraživača).
5. Neka se istraživanja provode u laboratorijskim, a neka u naturalističkim uvjetima.

Kombinirajući drugi i četvrti kriterij razlikovanja mikrorazvojnih istraživanja, Flynn, Pine i Lewis (2007) razlikuju dvije osnovne vrste mikrorazvojnih istraživanja: a) istraživanja u kojima se ispituju promjene onako kako se one spontano događaju, uz ponavljaju prezentaciju situacije u razdoblju odvijanja promjene (pri čemu višestruko izlagana skupina može biti uspoređena s kontrolnom skupinom koja nije bila izlagana situaciji učenja), te b) istraživanja u kojima se promjena inducira uvođenjem različitih vrsta intervencije, primjerice davanjem povratne informacije o točnosti rješenja, ili pomoću samoobjašnjenja koja ispitanici moraju dati kako bi objasnili svoje odgovore.

Većina se dosadašnjih mikrorazvojnih istraživanja bavila učenjem kod relativno malog broja ispitanika unutar nekog razdoblja učenja bez eksperimentalne intervencije, iako se pojavljuju i istraživanja koja predstavljaju nacрте s jednim ispitanikom ili nacрте u kojima se ispitanici stavljaju pred vrlo intenzivna iskustva učenja, kako bi se ubrzao tipični razvojni proces i omogućilo detaljno analiziranje promjene koje inače nije dostupno (Siegler, 2006). Mikrorazvojna istraživanja uobičajeno ne uključuju kontrolnu skupinu jer je fokus istraživanja na tome kako dolazi do promjene, a ne na utvrđivanju učinkovitosti toga iskustva u odnosu na

promjene koje se mogu dogoditi bez tog iskustva. Međutim, istraživači mogu formulirati hipoteze o potencijalnim čimbenicima odgovornima za promjenu i testirati te hipoteze mikrorazvojnim eksperimentalnim nacrtima (Lavelli i sur., 2005).

Dobrim se pokazuje kombiniranje mikrorazvojnih nacrti s transverzalnim i longitudinalnim (Siegler, 2006). Tako se može pokazati koliko su promjene unutar mikrorazvojnih nacrti slične promjenama u dobi u tradicionalnim nacrtima, odnosno koliko mikrorazvojne promjene nalikuju onima koje se zbivaju u prirodnom okruženju. Pretpostavlja se da kratkoročne promjene koje se zbivaju u mikrorazvojnim nacrtima odgovaraju dugoročnijim promjenama koji se pojavljuju u longitudinalnim i transverzalnim istraživanjima. Mikrorazvojna metoda upravo počiva na pretpostavki da je opažanje i razumijevanje promjena na mikrorazini u realnom vremenu ključno za razumijevanje razvojnih promjena na makrorazini (Lavelli i sur., 2005).

Kombiniranje mikrorazvojne metode s eksperimentalnim pristupom omogućuje odvajanje dijela promjena koji je razvojno uvjetovan i djela promjena koji je uvjetovan samom istraživačkom procedurom. Naime, ponavljana izlaganja situaciji učenja u klasičnim mikrorazvojnim istraživanjima izazivaju učinke uvježbavanja, što za posljedicu ima teško razdvajanje različitih izvora promjene (Flynn, Pine i Lewis, 2006).

S obzirom da su mikrorazvojna istraživanja skupa (zahtjevaju mnogo vremena i rada istraživača), mikrorazvojni se nacrti obično izrađuju tako da predstavljaju neku vrstu kompromisa između broja ispitanika, broja mjerenja, gustoće mjerenja i vrste zadataka. Pregled različitih provedenih mikrorazvojnih istraživanja pokazuje da su ona uključivala između jednog i 300 mjerenja (valova istraživanja) i između jednog i 150 ispitanika (Siegler, 2006). Unutar pojedinog vala istraživanja uobičajeno postoji niz pokusa (opažanja). Broj ispitanika i valova istraživanja ovisi o gustoći mjerenja. Neka se istraživanja, naime, temelje na usporedbama između pojedinih pokusa (opažanja unutar pojedinih valova istraživanja), a neka na analizama između tih valova.

S obzirom na skupoću procesa opažanja, jasno je da uzorkovanje ponašanja u mikrorazvojnim istraživanjima treba koicidirati s razdobljem u kojem je stopa razvoja relativno visoka. U idealnom slučaju, mjerenje bi trebalo početi malo prije nego što se promjena događa i trebalo bi se nastaviti sve dok nije dostignuta točka relativne stabilnosti (Siegler i Crowley, 1991).

Podaci u mikrorazvojnim istraživanjima

Podaci koji se prikupljaju mikrorazvojnim istraživanjima, jednako kao i longitudinalni podaci, prikupljaju se u specifičnim vremenskim točkama, ali su ovdje one međusobno znatno bliže, uspoređujući s brzinom razvoja osobine koja se promatra. Čak i u situacijama kad ne postoji kontinuiran zapis ponašanja tijekom

cijelog razdoblja razvoja osobine koja se mjeri (što za posljedicu ima to da se o promjeni i u mikrorazvojnim istraživanjima zaključuje posredno na temelju ponašanja u vrijeme ispitivanja), blizina i intenzitet opažanja u tim istraživanjima omogućuju da se zahvate sami procesi promjena (Granott i Parziale, 2002). Podaci u mikrorazvojnim istraživanjima su vrlo bogati, s obzirom da se, uz same promjene u ponašanjima i konkretnim ishodima koji nastaju kao posljedica aktivnosti ispitanika, uobičajeno dokumentiraju njegova objašnjenja, vokalizacije, kretnje, zabilješke ... Kombinacija opažanja i verbalnih izvješća se pokazala prikladnom za mjerenje korištenja strategija na različitim zadacima i u različitim populacijama (Siegler, 2006). Koriste se videosnimke trenutačnih ponašanja, neposredni prospektivni i retrospektivni verbalni izvještaji, zabilješke koje dokumentiraju opažanja i zaključke ispitanika i slično. Mikrorazvojna istraživanja tako rezultiraju bogatim sirovim podacima koji mogu biti analizirani na različite, često inovativne, načine (Granott i Parziale, 2002).

Dakako, vrlo je važno unaprijed pažljivo definirati ponašanja koja se mjere. Primjerice, ako se mjeri vještina računanja, može se osmisлити test koji se boduje kao postotak točno riješenih zadataka. Ako rezultati ispitanika rastu kroz vrijeme, uz ponovljena izlaganja sličnim zadacima, to indicira da se dogodila promjena u vještinama računanja ispitanika, ali nema mogućnost objašnjenja toga kako je do promjene došlo. Stoga se mogu koristiti druge mjere - verbalizacije ispitanika tijekom rada na zadacima, naknadna objašnjenja toga kako su ispitanici došli do odgovora, opažanja ponašanja ispitanika (npr. praćenje toga koje strategije zauzima pri učenju, praćenje stanki u radu, praćenje neslaganja govora, gesti i slično) (Flynn, Pine i Lewis, 2007).

Mikrorazvojni podaci su znatno detaljniji od onih dobivenih drugim vrstama istraživanja. Gotovo uvijek su kvalitativni i kvantitativni, te omogućuju pristup tekućim procesima učenja, kao i praćenje toga kako učenici konstruiraju novo znanje i razvijaju strategije rada na zadacima. Vrlo detaljni podaci koji se dobivaju mikrorazvojnou metodom dozvoljavaju analizu promjena između pojedinih pokusa (opažanja) i promjena između pojedinih valova istraživanja, a mogu se analizirati na grupnoj i na individualnoj razini.

Zbog detaljnosti podataka o učinku pojedinih ispitanika u vrijeme promjena, metoda je prikladna za ispitivanje individualnih razlika u procesima učenja i razvoja (Chen i Siegler, 2000). Omogućeno je sagledavanje varijabiliteta među ispitanicima (ukazujući na različite vrste i putove prijelaza), kao i varijabiliteta unutar ispitanika (signalizirajući nastup promjene i ukazujući na njezinu stabilnost). Dokumentirajući promjene kao "neuredne", metoda omogućuje da se ispituje taj varijabilitet, kao i izvori individualnih razlika kroz vrijeme.

Mikrogenetički istraživački pristup je pogodan za analiziranje kvalitativnih i kvantitativnih aspekata promjena. Identificiraju se karakteristična obilježja, obrasci i mehanizmi promjene koji se manifestiraju u procesu i ne mogu biti otkriveni kroz transverzne i klasične longitudinalne nacрте (Granott i Parziale, 2002). U odnosu

na te nacрте, mikrorazvojna istrađivanja osiguravaju i valjanije podatke. Argumentirajući tu tvrdnju, Granott i Parziale (2002) navode da u longitudinalnim istrađivanjima ponašanja ispitanika u sukcesivnim susretima sa zadatkom mogu otkrivati različite procese mišljenja ili aktivnosti od onih evidentiranih u prvom susretu, kao i to da mjere uzete u različitim vremenskim točkama mogu odgovarati različitim makrorazvojnim sljedovima, povezanim s ponešto različitim uvjetima učenja.

Kombiniranjem različitih vrsta podataka, opažanjem cjelokupnih epizoda učenja i zahvaćanjem finih promjena u ponašanjima i doživljajima upravo u vrijeme kad se one događaju, mikrorazvojna istrađivanja objedinjuju prednosti kvalitativnih i kvantitativnih istrađivanja procesa učenja. Sustavnim opažanjem procesa učenja ta istrađivanja odgovaraju na pitanja o procesima učenja uz veću metodološku strogost nego što je to moguće u kvalitativnim istrađivanjima (Chinn, 2006).

Što se analizira u mikrorazvojnim istrađivanjima?

Mikrorazvojna istrađivanja omogućuju utvrđivanje izvora, stope, puta, širine i varijabiliteta promjene (Siegler, 2006; Siegler i Svetina, 2002, 2006). Svi ti elementi promjene imaju važnu ulogu u razumijevanju toga kako se ona odvija.

Izvor promjene se odnosi na uzrok koji dovodi do nje. Utvrđivanje je izvora promjene jedan od ključnih zadataka mikrorazvojnih istrađivanja, ali predstavlja velik izazov za istrađivače (Flynn i Siegler, 2007). Mehanizmi koji se nalaze u osnovi promjena nisu direktno podložni opažanju i o njima se zapravo posredno zaključuje na temelju ponašanja. Mogu biti opisani na različitim razinama (socijalnoj, ponašajnoj, kognitivnoj i biološkoj), a svaka od tih razina može biti dalje razmatrana u različitim vremenskim jedinicama. Mikrorazvojna istrađivanja ipak nastoje odgovoriti na pitanje "Što promjene u ponašanju, npr. promjene u korištenju neke strategije, govore o izvoru promjene?". Posebice su kombinirana mikrorazvojna (kvazi)eksperimentalna istrađivanja korisna u rasvjetljavanju mehanizama koji dovode do promjena, jer, za razliku od klasičnih mikrorazvojnih istrađivanja koja ne uključuju usporedbu među grupama, (kvazi)eksperimentalna istrađivanja omogućuju valjano kauzalno zaključivanje o uvjetima koji izazivaju promjene. Pokazuje se da izvor promjena mogu biti različita iskustva, primjerice vježba, pružanje povratne informacije, kolaborativno iskustvo, direktno poučavanje, zahtjev da ispitanici objasne svoj princip rada itd. (Siegler, 2006).

Stopa promjene se odnosi na pitanje je li promjena iznenadna ili postupna (Flynn, Pine i Lewis, 2006). Tu se razlikuju dva koncepta: a) vremensko razdoblje ili količina iskustva potrebnog da se nova strategija ili ponašanje prvi put pojavi u repertoaru ponašanja (tzv. stopa otkrića) i b) vremensko razdoblje ili količina iskustva koja dijeli početno korištenje nove strategije i dosljedno korištenje te strategije na zadacima iz istog područja (tzv. stopa ugrađivanja). Razlikovanje ovih

koncepta je važno, jer korelacija između otkrića i ugrađivanja strategije u ponašanje nije uvijek pozitivna i visoka – dok otkriće nove strategije može biti brzo i naglo, konzistentno korištenje te strategije može doći sporo i postupno.

Put promjene se odnosi na poredak pristupa i strategija koje ispitanici koriste u procesu učenja. U mikrorazvojnim istraživanjima često se analiziraju aktivnosti i učinak ispitanika u razdoblju brzog učenja, u pokusima neposredno prije i neposredno poslije otkrića nove strategije. Identificira se i opaža redosljed strategija koje ispitanici koriste ili reprezentacije problema koje stvaraju, te se prati dolazi li u procesu učenja do kvalitativnih ili kvantitativnih promjena. Pod kvalitativnim se promjenama podrazumijevaju promjene u vrsti znanja ili sposobnosti, a pod kvantitativnim promjene u brzini i točnosti reakcija (Flynn, Pine i Lewis, 2006). Opisivanje puta promjene uvijek uključuje obje vrste promjena i stjecanje novih, kvalitativno različitih pristupa i kvantitativne promjene u frekvenciji korištenja starih i novih pristupa. Istraživanja sustavno pokazuju da učenici napreduju kroz razvojne redosljede kvalitativno različitih pristupa, ali i to da se napredak od jednog do drugog pristupa odvija na složen način, uz skokove, zastoje, regresije i paralelno korištenje različitih pristupa (Siegler, 2006). Pokazujući regresije u učinku i korištenju strategija u situacijama kad su ispitanici već pokazali naprednije strategije i pristupe, istraživanja puta promjene govore i o stabilnosti učenja. Put promjene također daje informacije o vrstama znanja koje ispitanik ima prije nego postigne potpunu kompetentnost u nekom području (Flynn i Siegler, 2007).

Širina promjene uključuje mogućnost generalizacije učenja na druge probleme i situacije učenja, te druga područja. Ispitivanja širine promjene uobičajeno uključuju situaciju stjecanja iskustva na jednom zadatku i utvrđivanje toga koliko je učenje na tom zadatku povezano s učenjem na drugim zadacima. Dakle, odgovara se na pitanje "Je li promjena specifična za to područje ili se može generalizirati na druga područja?"

Varijabilitet promjene se u mikrorazvojnim istraživanjima razmatra kao važan fenomen, a ne pogreška koju u istraživanju treba minimalizirati (Flynn i Siegler, 2007). Intraindividualni varijabilitet je važan za predviđanje i analiziranje promjene, kao i za razumijevanje mehanizama u osnovi promjene jer se, primjerice, pokazuje da više početnog varijabiliteta u korištenju strategija često predviđa kasnije povoljnije ishode učenja (Siegler, 2006).

Stoga su pitanja koliko je varijabilno ponašanje pojedinih ispitanika na sličnim zadacima unutar jednog područja i mogu li se slični obrasci promjena opažati kod različitih ispitanika ključna u mikrorazvojnim istraživanjima (Flynn, Pine i Lewis, 2006). Mikrorazvojna su istraživanja izrazito usmjerena na individualne, procesne podatke koji omogućuju identifikaciju nepravilnih aspekata promjene, povezanih s putem, stopom ili širinom promjene. Rezultati istraživanja doista i upućuju na veliki varijabilitet koji postoji pri učenju, kako između ispitanika, tako i unutar istih ispitanika koji rješavaju problem u bliskim vremenskim razdobljima, čak i unutar

istog mjerenja (Siegler, 2006). S ponovnim izlaganjima situaciji učenja ispitanici sve češće koriste naprednije strategije, ali ne napreduju jednoliko i pravilno, jer se pri ponovnom učenju često vraćaju na manje napredne ili neučinkovitije strategije. Intraindividualni varijabilitet je prisutan čak i ako se ponovno prezentira sasvim isti problem, a pojavljuje se i unutar istog pokusa, npr. kad ispitanik verbalno izražava korištenje jedne strategije, a njegove geste govore o korištenju druge strategije ili kad ispitanik paralelno koristi različite strategije (Siegler, 2006). Nadalje, unutar istog područja ispitivanja, pojedini ispitanici mogu pokazivati visoku varijabilnost u određenim fazama promjene, a malu varijabilnost u drugim fazama promjene.

Konačno, varijabilitet se može odnositi i na razlike između ispitanika. To mogu biti razlike u drugim elementima promjene npr. širini, stopi i putovima promjene. Neki ispitanici pokazuju postepen, pravilan napredak u biranju kvalitetnije strategije, dok drugi ispitanici pokazuju nagli rast. Nadalje, ispitanici, čak i oni iste dobi, koriste različite strategije za rješavanje istog problema. Istraživanja u dječjoj dobi pokazuju da se varijabilitet pojavljuje tijekom cijelog djetinjstva, ali da je najveći kod djece koja imaju srednje iskustvo u određenom području, dok je manji u područjima u kojima uopće nemaju iskustva ili u područjima u kojima imaju bogato iskustvo (Flynn i Siegler, 2007).

Pristupi analizi podataka u mikrorazvojnim istraživanjima

Mikrorazvojna istraživanja rezultiraju prikupljanjem mnoštva kvantitativnih i kvalitativnih podataka. Različite mjere (kontinuirane, kategorijalne, dihotomne), ponavljanje situacija učenja i višestruki pokusi unutar pojedinih valova istraživanja podrazumijevaju mogućnost analize podataka o promjenama. Međutim, podaci o prirodi, putu, stopi, širini, varijabilitetu i izvorima promjene, iako bogati i informativni, predstavljaju problem, jer ih je teško svesti na jednostavne nalaze i zaključke, dok inferencijalna statistika ne nudi dobra rješenja za probleme koji postoje (Willett, 1997). Naime, priroda i struktura podataka mikrorazvojnih istraživanja je takva da ne odgovara zahtjevima standardnih statističkih metoda, a inferencijalne statističke metode za analiziranje kategorijalnih varijabli, ponavljanih mjerenja i nelinearnih obrazaca promjene kakvi se dobivaju mikrorazvojnim istraživanjima nisu tako razvijene kao tehnike koje se temelje na općem linearnom modelu (Siegler, 2006). Osim slabije razvijenosti metoda za analizu mikrorazvojnih podataka, problem je i u maloj uporabi već razvijenih postupaka. Cheshire, Muldoon, Francis, Lewis i Ball (2007) upravo naglašavaju nedostatnu primjenu naprednih analitičkih postupaka pri analizi mikrorazvojnih podataka, te smatraju potrebnim da istraživači ovladaju razvijenim analitičkim i statističkim alatima za analizu promjena, ako žele analizirati te procese.

Metode analize podataka moraju biti razvijene tako da prate kompleksnost metodologije mikrorazvojnih istraživanja. Primjenom tradicionalnih, često samo deskriptivnih metoda analize podataka (npr. grafičkim prikazivanjem podataka),

ispuštaju se važni podaci o promjenama koje se događaju, a o procesima promjena se i dalje zaključuje samo posredno.

Pristup analizi podataka, dakako, ovisi i o istraživačkom problemu. Različite su strategije potrebne ovisno o tome zanimaju li istraživače grupni ili individualni putovi razvoja (promjena), odnosno ovisno o tome jesu li istraživači usmjereni na intra- ili interindividualne razlike u procesima promjene. Različite strategije, dakako, za sobom nose i različite metode obrade i analize podataka.

Lavelli i sur. (2005) razlikuju normativno orijentiran pristup od idiografskog, individualno orijentiranog pristupa, kao i od pristupa modeliranja individualnog rasta (engl. individual growth modelling approach). U normativno orijentiranom pristupu analizi podataka, razvojne promjene ili promjene u vremenu se određuju na temelju grupnih prosjeka. Pojedini ispitanici služe kao jedinice analize, ali su rezultati uprosječeni kako bi se generaliziralo na skupinu. Nema informacije o pojedinom ispitaniku, a rezultati se analize odnose samo na skupinu. Tako se otkriva normativni razvojni trend baziran na mjerama centralne tendencije, koji, međutim, ne mora reflektirati razvojne promjene niti jednog pojedinog ispitanika unutar skupine.

Unutar ovog se pristupa koristi analiza varijance s ponovljenim mjerenjima, u kojoj vrijeme predstavlja faktor između-ispitanika. Može se koristiti i analiza trenda koja detektira razvojne putove grupe ispitanika.

Za razliku od normativno orijentiranog pristupa, idiografski orijentiran pristup fokusiran je na razlike unutar ispitanika, te se temelji na analizi slučaja, odnosno analizi višestrukih slučajeva. Jedinica analize je pojedini ispitanik, a analiza se provodi za svakog ispitanika ponaosob. Pritom se najčešće koristi grafičko prikazivanje i vizualna inspekcija podataka za pojedinog ispitanika u vremenu, a mogući su i neki statistički postupci koji zadržavaju "ispitanik-po-ispitanik" pristup, npr. (nelinearna) polinomna regresija i (linearna) regresija metodom najmanjih kvadrata (Lavelli i sur., 2005). Nakon detaljne analize podataka dobivenih za svakog ispitanika, slučajevi se međusobno uspoređuju i ispitanici se grupiraju na temelju razvojnih putova. Kombiniranjem slučajeva je moguće ispitati grupne razlike, izolirati važne razvojne tranzicije i pokazati obrasce razvojnih razlika unutar i između ispitanika (Lavelli i sur., 2005). Iako ova metoda može otkriti važne detalje o razvojnim putovima i individualnim razlikama, ne može biti samostalno korištena ako je istraživački cilj usmjeren na grupne podatke, odnosno na uočavanje zajedničkih obrazaca i zakonitosti promjena (Cheshire i sur., 2007).

Unutar pristupa modeliranja individualnog rasta, odnosno višerazinskog modeliranja promjene (Singer i Willett, 2003), primarni interes je detektiranje oblika razvojnog puta pojedinog ispitanika unutar konteksta skupine ispitanika, pa se pristup fokusira na oblik i stopu razvoja na individualnoj i skupnoj razini. Pristup je prikladan i za ispitivanje razine razlika unutar ispitanika i između ispitanika. Na razini unutar ispitanika, fokus je na razvojnim promjenama unutar ispitanika i na određivanju stope i oblika razvoja svakog ispitanika. Postavljaju se pitanja o

intraindividualnim promjenama: "Koliko brzo se pojedini ispitanik mijenja?" i "Kakav je oblik puta promjene svakog ispitanika?" (Willett, 1997). Na razini između ispitanika, primarno je pitanje jesu li razvojni putovi različiti za različite ispitanike, odnosno koji su individualni i kontekstualni čimbenici koji doprinose razlikama u razvojnim putovima različitih ispitanika (Lavelli i sur., 2005). Moguće je pitanje: "Koliko su interindividualne razlike u promjenama povezane npr. s ranijim iskustvima učenika ili spolom učenika?" (Willett, 1997). Jedan matematički model se specificira kako bi se opisao put individualnog razvoja, a drugi da bi se reprezentirali odnosi između krivulja individualnog razvoja i određenih prediktora promjene (Willett, 1997).

U poglavlju koje slijedi prikazane su metode analize podataka koje su se dosad najčešće koristile u mikrorazvojnim istraživanjima, a ukratko su predstavljene i neke složenije analitičke metode i postupci koji tek trebaju ući u širu primjenu.

Metode analize podataka u mikrorazvojnim istraživanjima

Grafičke metode

Mikrorazvojna istraživanja se izrazito oslanjaju na grafičku prezentaciju podataka (Siegler, 2006), posebice kad se oslikavaju diskretni aspekti promjene, npr. otkriće nove strategije ili pravila. Gotovo svaka analiza podataka u mikrorazvojnim istraživanjima započinje grafičkim prikazima podataka, jer oni na jasan i jednostavan način prikazuju opće obrasce promjena u odgovorima (ponašanju) ispitanika u pojedinim pokusima i mjerenjima. Grafički prikazi mogu pokazivati individualne putove razvoja svakog ispitanika zasebno, koji onda mogu služiti kao mjera individualne promjene. Osim toga, može se prirediti grafički prikaz koji prikazuje vremenske promjene u odgovorima svih ispitanika u skupini, što pomaže u otkrivanju razlika u individualnim putovima promjena između različitih ispitanika (Willett, 1997).

Posebno se pogodnom tehnikom za istraživanja koja ispituju otkrivanje strategije pokazuje "grafički prikaz pokusa unatrag" (engl. backward trials graphing; Siegler i Svetina, 2002), koji se može koristiti kao dodatak tradicionalnim metodama analize podataka (analizi varijance). Cilj tehnike je otkriti što utječe na učinak pojedinog ispitanika prije nego što dođe do promjene u strategiji koja se koristi za rješavanje zadatka. Grafovima se analizira put i varijabilitet promjene. S '0' na X-osi označuje se pokus koji označava najranije (ili dosljedno) korištenje "ciljne" strategije za pojedinog ispitanika, bez obzira na to kad se ono događa u redoslijedu pokusa. Pokus u kojem dolazi do otkrivanja strategije razlikuje se od ispitanika do ispitanika, pa za neke ispitanike nulta točka može biti na 10. pokusu, za neke na 15., a za neke na 23. pokusu. Sve se druge točke na X-osi definiraju u odnosu na nultu točku. To znači da se pokusi koji prethode i slijede taj nulti pokus označavaju kao ...-2, -1, 1, 2... (dakle, pokus -1 je onaj neposredno prije otkrića

ciljne strategije). U graf se ucrtava postotak ispitanika koji koristi određene strategije prije i poslije otkrića "ciljne" strategije. Ovakav grafički prikaz pomaže u razumijevanju toga što je dovelo do otkrivanja strategije i što se dogodilo nakon tog otkrića. Graf je koristan upravo zato što otkriva obrasce korištenja strategija prije i poslije otkrivanja ispravnog pravila ili ciljne strategije.

Grafičko je prikazivanje podataka usmjereno prvenstveno na analizu jedne skupine ispitanika, pa nije pogodno za usporedbu različitih skupina, npr. onih izloženih različitim tretmanima (Cheshire i sur., 2007). Još veći problem predstavlja i činjenica da vizualnu analizu podataka obilježava subjektivnost, nepouzdanost i neosjetljivosti na manje izražene promjene (Lavelli i sur., 2005). Na kraju, za mikrorazvojna istraživanja problematično je i to što grafičke metode ne omogućavaju testiranje (složenijih) hipoteza. Cheshire i sur. (2007) stoga zaključuju da, iako su informativne i pregledne, grafičke metode nisu dovoljne u analizi mikrorazvojnih podataka.

Kvalitativna analiza podataka

Mikrorazvojna istraživanja često koriste kvalitativne podatke kako bi zahvatila perspektive ispitanika koji prolaze kroz procese promjena o tome kako i zašto dolazi do promjena. Istraživači često koriste prikaze slučajeva (tzv. vinjete) kako bi ilustrirali tipične ili zanimljive procese promjena, te međusobno kvalitativno uspoređuju slučajeve. Takvi prikazi omogućuju bolje razumijevanje i detaljan opis različitih putova promjena koji se opažaju kod različitih ispitanika, kao i stjecanje uvida u dinamičnost, slijed i varijabilnost tih procesa.

Analiza varijance

Uz grafičke metode obrade, većina se dosad provedenih mikrorazvojnih istraživanja oslanjala na analizu varijance, kao tradicionalan i standardni postupak unutar psihologije za usporedbu skupina u različitim (kako u transverzalnim, tako i u longitudinalnim) istraživanjima (Cheshire i sur., 2007). Analiza varijance s ponovljenim mjerenjima je za neka mikrorazvojna istraživanja koristan postupak jer može identificirati promjene ispitujući obrasce varijabiliteta unutar i između ispitanika u vremenu. Međutim, s obzirom da se u mikrorazvojnim istraživanjima ispitanici opažaju češće nego u klasičnim longitudinalnim istraživanjima, ponekad je u primjeni analize varijance s ponavljanim mjerenjima potrebno smanjiti broj stupnjeva varijable *vrijeme* (Lavelli i sur., 2005). Podaci iz niza opažanja (pokusa) unutar pojedinih valova istraživanja se tada uprosječuju, pa se analiza provodi na razini tih valova. Analiza varijance je upravo i najprikladnija u analizi kratkih serija kvantitativnih podataka, posebice onih s dva ili tri mjerenja, dok su drugi modeli prikladniji za duže serije i različite vrste varijabli (Menard, 2002).

Analiza varijance je problematičan postupak za mikrorazvojna istraživanja, s obzirom da su njezine pretpostavke u kontradikciji s nekim pretpostavkama

mikrorazvojnih istraživanja (Cheshire i sur., 2007). Analiza varijance se osniva na pretpostavki o podjednakom varijabilitetu u vremenu unutar i između ispitanika, a ta pretpostavka o homogenosti varijanci nije uvijek opravdana. Varijance se često mijenjaju u vremenu (npr. ispitanici mogu biti međusobno sličniji na početku ispitivanja nego na kraju), a kovarijance koje su blizu u vremenu su uobičajeno veće od onih udaljenih u vremenu. Pretpostavka o jednakim matricama varijanci – kovarijanci kroz sve skupine, koja se zahtijeva u multivarijatnom modelu (Lewicki i Hill, 2006) je stoga ugrožena. Osim toga, ako se koristi univarijatna analiza varijance nije zadovoljen ni zahtjev o nezavisnim kontrastima, s obzirom da su razlike između razina faktora ponavljanih mjerenja kod ispitanika korelirane (Lewicki i Hill, 2006).

Nadalje, analiza varijance podrazumijeva da je zavisna varijabla normalno distribuirana unutar skupina, odnosno da mjerenje predstavlja uzorak iz multivarijatne normalne distribucije. U mikrorazvojnim se istraživanjima često prikupljaju podaci koji su dihotomni (npr. ne koristi - koristi neku strategiju), a rezultati ispitanika koji dosižu najvišu vrijednost imaju manji varijabilitet od rezultata ispitanika koji ga ne dosežu. S diskretnim podacima, pretpostavka o normalnosti distribucija nije opravdana, a nije zadovoljen niti zahtjev za zavisnom varijablom na minimalno intervalnoj razini mjerne ljestvice. Osim toga, u mikrorazvojnim istraživanjima se uglavnom radi o neuravnoteženom dizajnu, što znači da različiti ispitanici mogu imati različiti broj pokusa u različitim situacijama mjerenja, pa se pojavljuje problem nepostojanja podataka. Neke skupine ne sudjeluju u svim valovima istraživanja (npr. kontrolna skupina), pa se ne mogu analizirati zajedno s drugim skupinama. Osim pretpostavke da svi ispitanici imaju prikupljene podatke u svim valovima istraživanja, analiza varijance podrazumijeva i to da su mjere za sve ispitanike uzete u istim vremenskim točkama (u istim vremenskim intervalima).

Konačno, analiza varijance se usmjerava na dekompoziciju varijance, ne na procjenu parametra, a složene mikrorazvojne hipoteze o promjenama se bolje mogu ispitati preko testiranja modela koji procjenjuju parametre, nego preko usporedbe objašnjene varijance (Cheshire i sur., 2007). Analizom varijance se stoga ne mogu ispitati sve hipoteze koje istraživači imaju o procesima promjene. Analiza varijance omogućuje usporedbu grupnih prosjeka, odnosno zahvaća prosječne promjene u valovima istraživanja, ali nije informativna za analizu individualnih razvojnih putova. Ne može zahvatiti ni promjene koje se zbivaju unutar pojedinih valova istraživanja, niti individualne promjene između tih valova.

Neparametrijske metode koje predstavljaju alternativu analizi varijance zato što eliminiraju zahtjev normalne distribucije također se ne mogu smatrati rješenjem problema (Cheshire i sur., 2007). One uglavnom mogu odgovoriti na jednostavne istraživačke probleme, a ne mogu uzimati u obzir slučajne efekte, zavisnost podataka, kao i potrebu za specifikacijom kompleksnih modela. Tehnike koje se

osnivaju na rangovima ne omogućuju fleksibilnost i kompleksnost potrebnu za testiranje hipoteza o promjenama.

Analiza neizrazitih skupova

Cilj je analize neizrazitih skupova (*engl. fuzzy sets*) osigurati točniju i informativniju karakterizaciju učinka ispitanika, nego što je to moguće jednostavnom analizom aritmetičkih sredina. U ovom se pristupu naglašava važnost intraindividualnih razlika, te se smatra da osobine svakog zadatka, ispitanika i specifičnog konteksta nisu sasvim jasne, već ih je opravdanije promatrati kao entitete koji imaju dinamične i nejasne granice (Van Geert, 2002). Varijabilitet rezultata je indikator postojanja tih nejasnih granica, a ne pitanje pogreške ili nesustavne varijacije. Kad se ispituje učinak pojedinog ispitanika u različitim vremenski odvojenim pokusima na istim zadacima, dobiva se raspon rezultata, koji je važno analizirati kako bi se postiglo bolje razumijevanje razvoja. Umjesto da se smatra da postoji pravi rezultat mjerenja i podaci svode na prosjek, informativnije i korisnije je odrediti raspon rezultata koji se razlikuju u svom stupnju karakterističnosti za određenu osobu u određenom trenutku. Naime, moguće je utvrditi koliko je karakterističan individualni učinak za ispitanika u određenoj točki vremena, pa je potrebno umjesto rezultata odrediti karakteristični raspon, odnosno širinu tog raspona ili vrstu distribucije rezultata, te ih koristiti kao važnu informaciju za istraživanje razvoja i promjena. Van Geert (2002) smatra da su longitudinalni podaci sa zgusnutim mjerenjima idealni za primjenu koncepta karakterističnog raspona rezultata te uporabu neizrazite logike kako bi se kvantificirala karakterističnost opaženog rezultata u kontekstu zadatka i ispitivanja. Van Geert (2002) na primjeru istraživanja tjednog praćenja trajanja plakanja u prvoj godini života pokazuje kako se pristup može koristiti za praćenje razvoja. Pokazao je grafičke prikaze u kojima su bruto podaci uspoređeni s pomičnim prosjekom (prosjekom koji se računa za određeno zadano vremensko razdoblje), periodičkim prosjekom, pomičnim maksimumom i minimumom (gornjom i donjom granicom raspona varijabiliteta u tom razdoblju) i pomičnim percentilnim vrijednostima (rasponom između 25 i 75 centila unutar kojeg se nalaze vrijednosti koje su vrlo karakteristične za ispitanika). Osim toga, pokazao je kako računati tzv. koeficijent disperzije koji pokazuje koliko su rezultati rasuti unutar raspona rezultata.

Glavna se korist analize neizrazitih skupova nalazi u uključivanju cijelog raspona rezultata koje ispitanik ostvaruje u razdoblju ispitivanja. Taj pristup omogućuje određivanje puta razvoja, osiguravajući analizu promjenjivih distribucija rezultata učenika u razdoblju ispitivanja, ali i točnije predviđanje budućeg učinka na temelju određivanja širine raspona u učinku.

Nedostaci pristupa se, pak, odnose na to da se analize vezuju za pojedine ispitanike, što otežava ispitivanje grupnih razlika ili učinkovitosti nekih uvedenih eksperimentalnih manipulacija (Cheshire i sur., 2007).

Analiza povijesti događaja

Neka se mikrorazvojna istraživanja oslanjaju na upotrebu inferencijalnih statističkih metoda koje se koriste za analizu promjena, tj. analize povijesti događaja (*engl. event history analysis*; Allison, 1984). Ta se analiza najčešće koristi u epidemiološkim istraživanjima, pri analizama jednokratnih događaja (npr. smrti), ali može biti primijenjena i na otkrivanje nove strategije, pa čak i na događaje koji se pojavljuju više puta (Siegler, 2006). Ova analiza omogućuje uključivanje prediktorskih varijabli ovisnih o vremenu (npr. prosječnog vremena rješavanja zadatka u prijašnjih N pokusa), a omogućuje i tretiranje slučajeva u kojima se promatrani događaj nije pojavio. Prednost analize je i u tome što se rezultati interpretiraju kao u klasičnoj regresijskoj analizi. U analizi su središnja dva koncepta: a) rizični skup i b) stupanj rizika. Rizični skup uključuje sve ispitanike koji još nisu doživjeli ispitivani događaj, a to mogu biti ispitanici koji još nisu otkrili ciljnu strategiju rješavanja problema. S odmakom mjerenja, ovaj se skup smanjuje, s obzirom da sve više ispitanika otkriva strategiju. Stupanj rizika je vjerojatnost da se događaj pojavi u određenom pokusu, a izračunavanje te vjerojatnosti reflektira rizični skup koji postoji na tom pokusu. Za dihotomne varijable (kakva je otkrivanje strategije), logistička regresija omogućava određivanje toga koje varijable utječu na stupanj rizika.

Modeliranje

Modeliranje podataka u mikrorazvojnim istraživanjima predstavlja složen postupak koji omogućuje analiziranje procesa promjene unutar i između ispitanika, dok u isto vrijeme ne ugrožava osnovne statističke pretpostavke (Cheshire i sur., 2007). Statistički modeli, kad su ispravno postavljeni, omogućuju provjeru složenih hipoteza.

Statističko modeliranje može uzeti u obzir ponavljana ispitivanja i za razliku od analize varijance s ponavljanim mjerenjima, uključiti slučajne efekte, koji objašnjavaju varijacije u učinku pojedinih ispitanika u razdoblju ispitivanja i omogućuju modeliranje ponavljanih mjerenja kao indikatora razvojnog trenda. Uzimajući u obzir razlike u varijancama varijabli u vremenu (i između pojedinih skupina, odnosno eksperimentalnih situacija), moguće je odrediti krivulje koje odgovaraju individualnim obrascima promjena, a potom usporediti razlike između ispitanika, kao i između različitih skupina ili eksperimentalnih situacija.

Modeli se mogu bazirati na unaprijed specificiranim distribucijama podataka, a ne polaziti od pretpostavke normalne distribucije. Cilj modeliranja je izgraditi model za ispitivane varijable koji prikladno reprezentira vrstu prikupljenih podataka. Statističko modeliranje je fleksibilno, jer omogućuje postavljanje različitih modela koji odgovaraju podacima.

Willet (1997) navodi nekoliko prednosti koje pristup modeliranja (individualnog razvoja) ima pred drugim metodama analize promjena:

1. Modeliranje dozvoljava bilo koji broj vremenskih točaka.
2. Točke mjerenja ne moraju biti jednako odvojene u vremenu, već se toleriraju nepravilni intervali.
3. Nije potrebno da za različite ispitanike budu prikupljeni svi podaci (u svim vremenskim točkama), kao ni da budu prikupljeni u istim vremenskim intervalima.
4. Individualne promjene se mogu reprezentirati linearnim, kurvilinearnim ili nekontinuiranim linijama razvoja.
5. U analizu (na razini između-ispitanika) moguće je uključiti više prediktora promjena.

Prednost ovih modela za analizu longitudinalnih i mikrorazvojnih podataka je i to što modeli omogućuju uzimanje u obzir prediktora čije vrijednosti variraju u vremenu, kao i uključivanje interakcija s vremenom, kako bi se utvrdilo mijenja li se efekt prediktora u vremenu (Singer i Willet, 2003). Modeli tako pomažu u identificiranju promjena do kojih dolazi u promatranim varijablama, a mogu opisati i odnose drugih varijabli s promatranom varijablom, kao i prirodu tih odnosa (Moskowitz i Hershberger, 2002).

Osnovni je cilj odvojiti strukturalne učinke od slučajnih varijacija i šuma. Kako bi se to postiglo, model se definira pomoću parametara koji reprezentiraju određene aspekte koncepta koji se nalaze u osnovi ispitivanih fenomena. Parametri se procjenjuju na temelju podataka, maksimalizirajući pritom funkciju vjerojatnosti za opažene podatke, uzimajući u obzir postavljene pretpostavke o distribuciji podataka.

Da bi se provelo modeliranje, potrebno je prvo predvidjeti prikladnu distribuciju podataka, kao i voditi računa o prirodi podataka, odnosno razlikama u distribucijama kod kontinuiranih varijabli, frekvencija i proporcija. Za specificiranje statističkog modela za longitudinalne i mikrorazvojne podatke važno je promisliti i o sljedećim elementima (Cheshire i sur., 2007):

- S obzirom da se prate isti ispitanici u vremenu, kakvu strukturu zavisnosti želimo specificirati? Može li se pretpostaviti da postoje individualno specifični efekti ili slučajni efekti koji su isti za sva opažanja kod jedne osobe?
- Je li za sve ispitanike uzet jednak broj mjera, u isto vrijeme?
- Ovisi li opažanje u jednoj točki mjerenja samo o mjerenju u toj točki ili postoji učinak odgađanja, pa učinak u jednoj vremenskoj točki ovisi o mjerenjima u drugim vremenskim točkama?
- Kako se tretman mijenjao tijekom vremena? Trebamo li model s točkama promjene u kojima se regresijske krivulje mijenjaju u nekoj vremenskoj točki?

Specifikacija modela za longitudinalne podatke je vrlo složen postupak i malo je programa koji su prilagođeni takvoj vrsti podataka. Ipak, različiti statistički paketi (GLIM, R, STATA, SAS), uz Multi-level Analysis (MLn) i Hierarchical Linear Modeling (HLM), pružaju mogućnost provjere različitih postavljenih modela.

Neke vrste modeliranja, npr. modeliranje krivulje rasta (engl. growth curve modelling), nisu prikladne za podatke dobivene mikrorazvojnim istraživanjima jer, iako omogućuju specifikaciju individualnih slučajnih efekata i kvadratične efekte u vremenu, uobičajeno podrazumijevanju normalitet distribucija, a ne rješavaju ni problem doseganja najviše točke (Cheshire i sur., 2007).

Strukturalno modeliranje također ne zadovoljava potrebe mikrorazvojnih istraživanja (Cheshire i sur., 2007). Naime, mikrorazvojna istraživanja većinom karakteriziraju mali uzorci ispitanika, a strukturalno modeliranje zahtijeva veći broj ispitanika (MacCallum i Austin, 2000).

Cheshire i sur. (2007) stoga predlažu modeliranje koje omogućuje fleksibilniju specifikaciju strukture podataka, kako kroz određivanje distribucije podataka, tako i kroz mogućnost nelinearnih odnosa promjena u vremenu. Modeli s nenormalnim, slučajnim efektima se relativno rijetko koriste u psihologiji, ali se koriste u medicini i biologiji. Korisni su jer omogućuju proširivanje klasičnih modela s normalnim slučajnim efektima na druge vrste podataka (frekvencije, binarne podatke, rangove), gdje se ne može podrazumijevati normalnost distribucija.

Cheshire i sur. (2007) daju primjere mikrorazvojnih eksperimentalnih istraživanja u kojima je korišteno modeliranje s kvazibinomijalno distribuiranim slučajnim efektima, odnosno modeliranje logističke regresije sa slučajnim efektima. Oba modela modeliraju razlike između različitih eksperimentalnih skupina kompariranjem prirode promjena unutar ispitanika. Prvi model omogućuje ispitivanje razlika u stopi promjene ovisno o grupi u kojoj se ispitanici nalaze, a u obzir se uzimaju i grupne promjene u vremenu i individualno specifični varijabilitet (slučajni efekti), koji objašnjavaju različite učinke između različitih ispitanika. Drugim se modelom želi identificirati koje varijable utječu na učenje tijekom treninga, pa dobiveni model pokazuje koliko se uspjeh na zadacima u kasnijim valovima istraživanja može predviđati na temelju učinka u prijašnjim mjerenjima, ovisno o skupini kojoj ispitanik pripada. Prikazanim modelima Cheshire i sur. demonstriraju kako složeni statistički postupci mogu pomoći u objašnjavanju procesa promjena i odgovaranju na složene istraživačke probleme koji se u mikrorazvojnim istraživanjima postavljaju, te upozoravaju na potrebu šire uporabe takvih pristupa analizi podataka. Jedino se uporabom naprednih analitičkih metoda može odgovoriti na složena pitanja o promjenama i razvoju.

ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja mikrorazvojni istraživački pristup koji dosad nije korišten unutar hrvatskih psihologijskih ili obrazovnih istraživanja. Mikrorazvojna se istraživanja prikazuju kao pristup koji bolje od klasičnih longitudinalnih i transverzalnih istraživanja razvoja i učenja može odgovoriti na složena istraživačka pitanja o procesima promjena u znanju, razumijevanju i vještinama. Dokumentiranjem cjelokupnih epizoda učenja i usmjeravanjem na procese promjena u trenutcima kad se one događaju, mikrorazvojna istraživanja osiguravaju vrlo detaljnu sliku o procesima učenja, individualnim razvojnim putovima i varijabilitetu kao temeljnom obilježju ljudskog funkcioniranja. Bogatstvo i mnoštvo podataka koji se prikupljaju mikrorazvojnim istraživanjima zahtijevaju inventivna analitička rješenja i kombiniranje različitih kvalitativnih i kvantitativnih pristupa obradi podataka. Ovaj rad uvodi u mogućnosti obrade i analize podataka koje su korištene u dosadašnjim mikrorazvojnim istraživanjima i upozorava na potrebu primjene naprednijih analitičkih postupaka koji mogu prikladno odgovoriti na složene istraživačke probleme o promjenama.

LITERATURA

- Allison, P.D. (1984). *Event history analysis: Regression for longitudinal event data*. Beverly Hills: Sage Publications, Inc.
- Chen, Z. i Siegler, R. (2000). III. microgenetic methods. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 65 (2), 12–16.
- Cheshire, A., Muldoon, K.P., Francis, B., Lewis, C.N. i Ball, L.J. (2007). Modelling change: New opportunities in the analysis of microgenetic data. *Infant and Child Development*, 16, 119–134.
- Chinn, C.A. (2006). The microgenetic method: Current work and extensions to classroom research. U: J.L.Green, G. Camilli i P.B. Elmore (Ur.), *Handbook of complementary methods in education research* (str. 439–456). Mahwah: LEA, Inc.
- Flynn, E., Pine, K.J. i Lewis, C. (2006). The microgenetic method: Time for change? *The Psychologist*, 19 (3), 152–155.
- Flynn, E., Pine, K.J. i Lewis, C. (2007). Using the microgenetic method to investigate cognitive development: An introduction. *Infant and Child Development*, 16, 1–6.
- Flynn, E. i Siegler, R. (2007). Measuring change: Current trends and future directions in microgenetic research. *Infant and Child Development*, 16, 135–149.
- Granott, N. i Parziale, J. (2002). Microdevelopment: A process-oriented perspective for studying development and learning. U: N. Granott i J. Parziale (Ur.), *Microdevelopment: Transition processes in development and learning* (str. 1–28). Cambridge: Cambridge University Press.

- Kuhn, D. (1995). Microgenetic study of change: What has it told us? *Psychological Science*, 6(3), 133–139.
- Lavelli, M., Pantoja A.P.F., Hsu, H. Messinger, D. i Fogel, A. (2005). Using microgenetic designs to study change processes. U: D.G. Teti (Ur.), *Handbook of research methods in developmental psychology* (str. 40–63). Malden: Blackwell Publishers.
- Lewicki, P. i Hill, T. (2006). *Statistics: Methods and applications*. Tulsa: StatSoft, Inc.
- MacCallum, R.C. i Austin, J.T. (2000). Applications of structural equation modeling in psychological research. *Annual Review of Psychology*, 51, 201–226.
- Menard, S. (2002). *Longitudinal research. Series: Quantitative applications in the social sciences*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Moskowitz, D.S. i Hershberger, S.L. (2002). *Modeling intraindividual variability with repeated measures data*. London: LEA, Inc.
- Siegler, R.S. (2006). Microgenetic analysis of learning. U: D. Kuhn i R.S. Siegler (Ur.), *Handbook of child psychology* (str. 464–510). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Siegler, R.S. i Crowley, K. (1991). The microgenetic method: A direct means for studying cognitive development. *American Psychologist*, 46(6), 606–620.
- Siegler, R.S. i Svetina, M. (2002). A microgenetic/ cross-sectional study of matrix completion: Comparing short-term and long-term change. *Child Development*, 73(3), 793–809.
- Siegler, R.S. i Svetina, M. (2006). What leads children to adopt new strategies? A microgenetic/ cross-sectional study of class inclusion. *Child Development*, 77(4), 997 – 1015.
- Singer, J. i Willett, J.B. (2003). *Applied longitudinal data analysis: Modeling change and event occurrence*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Van Geert, P. (2002). Developmental dynamics, intentional action, and fuzzy sets. U: N. Granott i J. Parziale (Ur.), *Microdevelopment: Transition processes in development and learning* (str. 319–343). Cambridge: Cambridge University Press.
- Willett, J.B. (1997). Measuring change: What individual growth modeling buys you. U: E. Amsel i K.A. Renninger (Ur.), *Change and development: Issues of theory, method, and application* (str. 213–243). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

Review of Methodological and Analytical Approaches in Microgenetic Researches

Abstract

This article describes a microgenetic methodology and presents an overview of the most frequently-used approaches in microgenetic data analysis. The microgenetic method is a methodology in which subjects are repeatedly exposed to learning situations in relatively short-time spans, which allows for the investigation of the process of change in knowledge, abilities and understanding (Granott and Parziale, 2002).

The density and intensity of observations, as well as the richness of data (both qualitative and quantitative) gathered in the research, allow access to ongoing processes of learning and insight into how learners construct new knowledge and develop strategies on tasks.

Because of the rich data produced on learners' experiences and reactions in the period of change, this method is applicable for examining individual differences in the process of learning and development.

However, the complexity of microgenetic methodology is often not complemented with the application of adequate analytic procedures. While the nature and structure of microgenetic data do not adequately correspond with the requirements of standard analytic methods (e.g. ANOVA), the exclusive use of descriptive analysis and graphical representation of data neglects important data on change processes and makes testing of complex research hypotheses impossible.

Statistical modeling of microgenetic data is a promising analytic tool, but is still not used widely. This article introduces examples of such modeling, as proposed by Cheshire et al. (2007).

Keywords: microgenetic studies, measuring change processes, data analysis

Primljeno: 23.06.2008.