

# Schopnosti verzus znalosti

Michal Hitka, FMFI UK, 4iui

9.1.2003

Vynikajú niektorí ľudia v niektorých aktivitách preto, že majú od narodenia na to vrodené predpoklady, alebo preto, že majú viac poznatkov z danej oblasti? Toto je téma, ktorou sa budeme chvíľu zaoberať. Samozrejme, správna odpoveď je, že vplyv majú oba tieto prvky. Najprv sa ale pozrieme na vývoj dieťaťa a na to, koľko toho dieťa vie samo od seba a koľko sa toho naučí.

## Deti

Jedna z pozoruhodných odlišností ľudí oproti ostatným stavovcom spočíva v spôsobe, akým deti prídu na svet a ako sa vyvíjajú do dospelosti. Ľudia majú veľké mozgy v pomere k veľkosti ich tela, a napriek tomu, že pôrodný kanál je tak široký, ako to je len možné a detské lebky sú ohybné, aby sa ľahšie dostali cez pôrodný kanál, stále je to málo. V prípade, že by sa ľudia rodili s plne vyvinutým mozgom, by ani tieto evolučné úpravy nestačili na úspešný pôrod. Preto sa deti rodia s výnimočne nezrelým mozgom – od narodenia po pubertu sa jeho objem zväčší štvornásobne.

Napriek deviatim mesiacom v maternici sú ľudské deti veľmi bezbranné a prejde výnimočne dlhý čas, kým dorastú do štádia dospelosti – zhruba 15 rokov, čo je však približne pätina celého života (napríklad šteňatám trvá rok, kým dospejú, čo je asi desatina ich života).

No detstvo trvá dlhšie, než by bolo treba na vývoj nášho veľkého mozgu: väčšia časť vývoja neurónov je ukončená vo veku dvoch rokov a skoro úplne je fyzický vývoj mozgu ukončený v piatich rokoch. Zvyšok detstva je nutný pre pomalosť psychického vývoja, dlhé detstvo dáva možnosť nahromadiť množstvo znalostí nutné pre začlenenie sa do ľudskej spoločnosti.

## Piagetove štádiá vývoja

Zmenami v intelektuálnych schopnostiach od detstva až po dospelosť sa zaujímajú vývinoví psychológovia. Títo boli obzvlášť ovplyvnení švajčiarskym psychológom Jeanom Piagetom, ktorý študoval detský vývoj viac ako pol storočia. Napriek tomu, že mnohí sa zaoberali práve opravovaním a prerábaním Piagetových teórií, jeho práce sú hodné pozornosti.

Podľa Piageta dieťa po príchode na svet nemá žiadne znalosti, ale jeho poznanie sveta sa rozvíja počas série štádií. Piaget rozlišuje štyri štádiá. Senzo-motorické štádium trvá prvé dva roky. Tu si dieťa vyvíja schémy rozmýšľania o fyzickom svete. V preoperačnom štádiu, ktorému prisúdil obdobie medzi druhým a siedmym rokom, je už dieťa schopné rozmýšľať o svete, ale ešte stále mu chýba systematickosť, rozmýšľanie je veľmi intuitívne. Medzi siedmym a jedenástym rokom sa nachádza konkrétne-operačné štádium, kde už mentálne procesy systematickosť získavajú. Schopnosť formálneho uvažovania prichádza vo formálno-operačnom štádiu, ktoré trvá od jedenástich do pätnástich rokov.

Samozrejme prechody medzi štádiami nie sú presne určiteľné, teda vekové hranice sú len približné a navyše sa rôznia jednak medzi kultúrami, jednak aj medzi jednotlivcami. Keďže sa však nedajú vybadať prudké zmeny vo vývoji detského poznania, bolo otázkou, či nerozdeliť štyri štádiá na ďalšie podfázy. Siegler (1996) tvrdí, že celý kognitívny vývoj je postupný a plynulý.

Ale o Piagetove štádiá vývoja sa teraz zaujímate preto, lebo Piaget sa zaoberal aj analýzami výkonu detí v jednotlivých vývinových štádiách v rôznych disciplínach, ktoré podopierali jeho

charakterizáciu jednotlivých štádií. Pravdepodobne jeho najznámejšou analýzou je jeho výskum o zachovaní.

## Zachovanie

Pojmom zachovanie budeme rozumieť poznanie toho, ktoré vlastnosti sveta sa zachovávajú po rôznych zmenách. Toto poznanie sa v deťoch rozširuje, ako postupne napredujú Piagetovskými štádiami.

Zachovanie v senzo-motorickom štádiu: jeden z najzákladnejších poznatkov pre dieťa je fakt, že objekty existujú aj po presune v čase a mieste. Keď sa hračka, za ktorou sa natahuje šesťmesačné dieťa, prikryje látkou, dieťa stratí záujem. Piaget zo svojich experimentov usúdil, že dieťa si vytvára koncept trvalosti objektov počas prvého roka. Neskôr dieťa síce hľadá objekt za zástenou, ale ak sme ho schovávali najprv za jednou a potom ho schováme za druhú, stále ho bude hľadať za tou prvou zástenou. Zvyčajne až vo veku jedného roka dieťa uspieva stále.

Zachovanie v preoperačnom a konkrétne-operačnom štádiu: okolo šiestich rokov, čo je podľa Piageta prechod medzi preoperačným a konkrétne-operačným štádiom, prichádza viacero dôležitých pokrokov v zachovaní. Začínajú sa naprávať viaceré do očí bijúce chyby v detskom uvažovaní. Je viacero teórií, riešiacich dôvod tejto zmeny, napríklad jazyk (Bruner, 1964) alebo predškolská príprava (Cole & D'Andrade, 1982).

My sa teraz pozrieme bližšie na jeden problém, a síce na zachovanie čísla. Ide vlastne o poznanie toho, že napríklad počet objektov sa nezmení, ak zmeníme ich vzdialenosť, alebo ak ich všetky presypeme z jedného vreca do druhého. Typický experiment vyzerá tak, že pred dieťa sa uložia dva rady objektov, pekne zarovnané, pričom v oboch radoch je rovnaký počet objektov. Dieťa odpovie, že objektov je rovnako veľa. Avšak keď jeden rad pred ním prerovnáme tak, že zmenšíme medzery medzi objektami, dieťa vyhlási, že teraz tu je menej objektov. Ak mu dáme spočítať, koľko je objektov v každom rade, s prekvapením zistí, že ich je stále rovnako veľa.

Dieťa sa nechá zmiasť fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré nemajú žiadny vplyv na množstvo. Ďalším príkladom je problém zachovania objemu tekutiny. Dieťaťu ukážeme dve rovnaké nádoby, v ktorých je rovnaké množstvo vody, a jednu nádobu, ktorá je užšia a vyššia. Podľa dieťaťa je v dvoch nádobách rovnaké množstvo vody, keď však pred ním prelejeme vodu z jednej nádoby do tej prázdnej, dieťa povie, že vyššia nádoba obsahuje viac vody. Malé deti sa nechajú pomýliť fyzickým vzhľadom. Bruner (1964) však dokázal, že deti majú menšiu pravdepodobnosť omylu, keď sa neprelieva tekutina priamo pred nimi, teda keď nevidia stúpať vysoký stĺpec vody. Teda podľa všetkého deti vedia, že množstvo tekutiny sa po preliatí nezmení, ale zdanie preváži a pomýli ich.

Podobné chyby v zachovávaní sa ukázali aj s váhou a objemom pevných objektov. Kedysi prevládal názor, že zachovanie je skôr jeden jednotný problém, teraz je však jasné, že úspešné zachovanie sa prejaví v niektorých úlohách skôr ako v iných. Napríklad zachovanie čísla sa zvyčajne preukáže úspešne pred zachovaním množstva tekutiny. Podobne ale ani jednotlivé podproblémy nie sú unitárne, ale poznanie napreduje postupne – deti v priebehu pochopenia zachovania čísla sú postupne úspešné v jednej situácii, zatiaľ čo v inej ešte stále zlyhávajú.

Zachovanie vo formálno-operačnom štádiu: v tomto štádiu sa už dieťa dostáva do nových úrovní abstrakcie. Začínajú chápať idealizované zákony o zachovaní, ktoré sú súčasťou modernej vedy, ako napríklad zákon zachovania energie, zákon zachovania pohybu. To sú zákony, ktoré dieťa nemôže priamo pozorovať, pretože platia iba za ideálnych podmienok (pohyb bez akéhokoľvek odporu či pôsobenia sily), no už je schopné pochopiť, že napriek tomu platia.

## Vývin

Očividne sa najdôležitejšie intelektuálne zmeny udejú v detstve. Sú ale dve cesty, ako vysvetliť, prečo sa deti zlepšujú v rôznych intelektuálnych úlohách, ako starnú. Prvá alternatíva je, že sa zlepšujú preto, lebo "myslí im to lepšie", druhá je tá, že deti "vedia lepšie". Prvá možnosť

znamená, že detské kognitívne procesy sa vylepšujú – udržia viac informácií v krátkodobej pamäti, alebo rozmýšľajú rýchlejšie. Druhá možnosť je tá, že deti sa naučia viac a lepšie znalosti a postupy, ako starnú, pričom nejde iba o pridávanie nových poznatkov, ale aj o elimináciu chybných záverov a nevhodných metód.

Samozrejme, nejde o vyslovené alternatívy v zmysle buď jedna, alebo druhá. Zaujímajú nás však pomery, v akých prispievajú tieto dva faktory. Siegler (1998) tvrdí, že mnohé zo zmien za prvé dva roky vyplývajú z neurónových zmien. Dieťa sa totiž narodí s väčším počtom neurónov, než koľko bude mať neskôr. Zatiaľ čo však počet neurónov klesá, za prvé dva roky sa dramaticky zvyšuje počet synaptických spojení. Po dosiahnutí dvoch rokov počet spojení dosiahne vrchol a začne klesať. Ubúdanie neurónov a neskorší pokles počtu synaptických spojení sa pokladá za proces "dolaďovania" mozgu. Prvotná "nadvýroba" zaručuje, že bude dostatok neurónov a spojení na spracovanie požadovaných informácií, keď sa ale ukáže, že niektoré neuróny či spojenia sú nepoužívané, ako nadbytočné sú vylúčené z hry (Huttenlocher, 1994).

Po dvoch rokoch sa už síce nezvyšuje ani počet neurónov, ani počet synaptických spojení, ale mozog pokračuje v raste vďaka ďalším bunkám. Napríklad zväčšujú sa gliálne bunky, vrátane tých, ktoré poskytujú myelínové plášte okolo neurónových axónov. Myelinizácia pomáha axónu viesť mozgové signály oveľa rýchlejšie. Myelinizácia postupne rastie až do puberty. Efekt je však značný: čas, kým prejde impulz krížom cez obe hemisféry, je u dospelého zhruba 5 ms, čo je štyri- až päťkrát rýchlejšie, než u štvorročného dieťaťa (Salamy, 1978). Napriek tomu však po veku dvoch rokov začínajú prevažovať v dôležitosti poznatky, ktoré jednotlivec nazbiera, nad fyzickým zlepšením možností jeho mozgu.

## Zvýšená mentálna kapacita

Veľa vývojových teórií tvrdí, že dôležitým komponentom vývoja je zlepšovanie mentálnej kapacity. Pozrieme sa najprv na Case-ovu teóriu o veľkosti krátkodobej pamäte, ktorej zväčšovanie je podľa neho kľúčom k zlepšovaniu výkonu v kognitívnych procesoch. Ako príklad experimentu sa pozrieme Case-ovu analýzu (1978) toho, ako deti riešia Noelling-ov džúsový problém (1975). Majme dve nádoby, do každej pôjde nejaký počet naberačiek pomarančového džúsu a nejaký počet naberačiek vody. Otázkou pre dieťa je, v ktorej nádobe bude mať nápoj silnejšiu chuť.

Najmladšie deti (3-4 roky) sú schopné riešiť iba úlohy, kde do jednej nádoby pôjde iba džús a do druhej iba voda. Vo veku štyroch až piatich rokov vyberú nádobu, do ktorej pôjde väčší počet naberačiek džúsu nezávisle od počtu naberačiek vody. Medzi siedmym a ôsmym rokom už zisťujú, či je v nádobe viac džúsu, alebo vody, a teda sú schopné vybrať aj nádobu, do ktorej ide menší počet džúsu, ale má silnejšiu chuť. Nakoniec (9-10 rokov) rátajú rozdiel medzi počtom naberačiek vody a počtom naberačiek džúsu, čo však ešte stále nie je korektné riešenie.

Case tvrdí, že v týchto jednotlivých krokoch si dieťa musí pamätať stále viac faktov, a vývoj postupuje takto preto, lebo jednoducho predtým deti nemali pamäťovú kapacitu na vyšší stupeň úlohy. Otázkou je, čo spôsobuje rast kapacity krátkodobej pamäte. Case tvrdí, že najsilnejším faktorom je zvýšená rýchlosť neurónových funkcií. Priznáva však, že prax pomáha vykonávať mentálne operácie ešte efektívnejšie, takže nevyžadujú takú kapacitu krátkodobej pamäte.

Výskum Kaila (1988) sa zameriaval na úlohu mentálneho otáčania písmen – subjekt dostal páry otočených písmen a mal určiť, či sa jedná o tie isté písmená, prípadne či to je to isté písmeno zrkadlovo otočené. Kail skúmal ľudí od veku osem rokov po dvadsaťdva a zistil, že s vekom sa ich výkon zlepšuje. Podľa Kaila bol rozhodujúci vek, avšak alternatívna hypotéza tvrdí, že ide skôr o dĺžku tréningu v danej disciplíne. Kail a Park (1990) podrobili túto hypotézu skúške tak, že dali jedenástočným deťom a dospelým 3000 pokusov v otáčaní. Obidve skupiny zrýchľovali, ale dospelí boli od začiatku rýchlejší. Ukázalo sa však, že ak dáme deťom vopred 1800 cvičných pokusov v otáčaní (aby vyrovnali náskok, ktorý majú dospelí), výsledné grafy sa prekryjú. Teda ide skôr o prax než o biologické vysvetlenie.

## Zvýšené znalosti

Chi (1978) sa zaoberala vývojovými rozdielmi a svoje tvrdenia podopierala pamäťovými úlohami. Neprekvapivo sa tu lepšie darilo dospelým než deťom. Je to preto, že majú menšiu kapacitu, alebo preto, že vedľa menej o tom, čo si majú zapamätať? Porovnávala výkony desaťročných detí s dospelými v dvoch úlohách – v počte zapamätaných číslíc a v šachovej úlohe (na desať sekúnd bola ukázaná šachovnica s figúrkami, potom schovaná, úlohou bolo spomenúť si na postavenie figúrok). Desaťročné deti boli dobrí hráči šachu, zatiaľ čo dospelí boli začiatočníci. Ako Chi predpokladala, dospelí si zapamätali viac číslíc, ale deti boli lepšie v šachovej úlohe. Preto usudzovala, že ich lepší výkon v šachovej úlohe je vďaka ich lepšej znalosti šachu. Dospelí majú za sebou zase väčší cvik v práci s číslami.

Schneider, Körkel a Weinert (1988) neporovnávali dospelých s deťmi, ale sa pozreli na výkony detí v rôznych vekových kategóriách. Rozdelili deti z tretieho, piateho a siedmeho ročníka na začiatočníkov a expertov vo futbale, a úlohou bolo spomenúť si na čo najviac z rozprávania o futbale. Ukázalo sa, že vplyv úrovne záujmu o futbal bol oveľa výraznejší, než vplyv veku. Ďalej ešte v každej skupine urobili inteligenčné testy, ktoré určujú pamäťové predpoklady, a podľa ich výsledkov ich rozdelili na veľmi schopných a menej schopných, no tu sa tiež nepreukázala nejaká výrazná závislosť, narozdiel od znalosti futbalu. Uzavreli to tak, že schopný študent je ten, ktorý vie veľa o mnohých oblastiach, a preto sa im vo všeobecnosti darí na pamäťových testoch. Avšak keď ide o rozprávanie o špecifickej téme, ako je futbal, tí menej nadaní, ktorí sa však vo futbale vyznajú, majú výhodu, pretože o danej oblasti vedľa viac.

Okrem toho, že deti majú nedostatok znalostí, nepoznajú ešte postupy, ktoré vedú k lepším pamäťovým výsledkom. Najjednoduchším príkladom je opakovanie. Ak si dospelý má zapamätať sedemmiestne telefónne číslo, opakuje si ho, až kým si ho nezapamätá. Malé deti jednoducho nenapadne opakovať si ho. V štúdiu Keeney-ho, Canizza a Flavella (1967) sa ukázalo, že desaťročné deti si skoro vždy opakujú množinu objektov, ktoré si majú zapamätať, kým päťročné skoro nikdy. Výkon malých detí sa často zlepšuje, ak sú navedení na hlasné opakovanie.

Pre dobrý pamäťový výkon sú veľmi dôležité dobré stratégie. Najmä pre dlhodobú pamäť sú oveľa efektívnejšie komplikovanejšie postupy než púhe opakovanie, ako sú napríklad rôzne asociácie. Tieto postupy však ešte mladšie deti nemajú zažitú.

## Starnutie a poznatky

Vývoj nášho poznania neprestane, keď dospejeme. Ako starneme, učíme sa stále viac vecí, avšak naše schopnosti nerastú neprestajne ďalej, ako by to bolo, keby inteligencia bola iba vecou toho, koľko toho človek vie. Podľa výskumov Salthousa (1992) zatiaľ čo verbálna inteligencia sa postupom času skoro nemení, resp. len mierne klesá, zatiaľ čo výkon dramaticky klesá. Nie je to samozrejme také jednoduché, pretože takéto testy sú zvyčajne zamerané na rýchlosť, pričom starším dospelým vyhovujú skôr pomalé testy. Keď sa jedná o konkrétne pracovné úlohy, starší dospelí často podávajú lepšie výkony než mladší (Perlmutter, Kaplan, Nyquist, 1990).

Fakt je ten, že postupom veku mozog začína mať problémy. Mozgové bunky postupne odumierajú. Niektoré oblasti sú viac náchylné na odumieranie buniek – napríklad hippocampus, oblasť významná pre pamäť, stráca každých desať rokov päť percent zo svojich buniek. Iné bunky, i keď neumierajú, môžu atrofovať. Okrem tejto postupnej straty, dospelí môžu začať trpieť rôznymi poruchami, ako napríklad Alzheimerovou chorobou.

Jednoducho ako starneme, nastávajú preteky medzi rastom vedomostí a úpadkom neurálnych funkcií. Je zaujímavé, že ľudia v mnohých profesiách tvoria ich najlepšie práce medzi tridsiatkou a štyridsiatkou. Ale aj v štyridsiatke a päťdesiatke je ešte zachovaný vcelku vysoký intelektuálny výkon.

Je teda jasné, že biológia má na kognitívny vývoj vplyv, ktorý znalosťami nemôžeme vždy obísť.

## **Záver**

Dospeli sme teda k záveru, že v súboji schopnosti verzus znalosti nie je jednoznačného víťaza, ale že svoj podiel majú obidva tieto prvky. Ľudský mozog je na svojom vrchole v dvadsiatke a intelektuálne schopnosti sa podľa toho rozvíjajú, najmä v prvých rokoch detstva. Avšak neskôr cvik začína byť rozhodujúcejší než vek a teda znalosti začínajú mať navrch. Vďaka tomu sa ukazuje, že vrchol intelektuálnych schopností je oneskorený až do tridsiatky, čo rešpektuje potrebu akumulovania znalostí, pretože naozaj výnimočný výkon v nejakej oblasti vyžaduje aspoň desať rokov skúseností v danom obore.

## **Literatúra**

John R. Anderson; Cognitive Psychology and its Implications; Worth Publishers; 2000.