

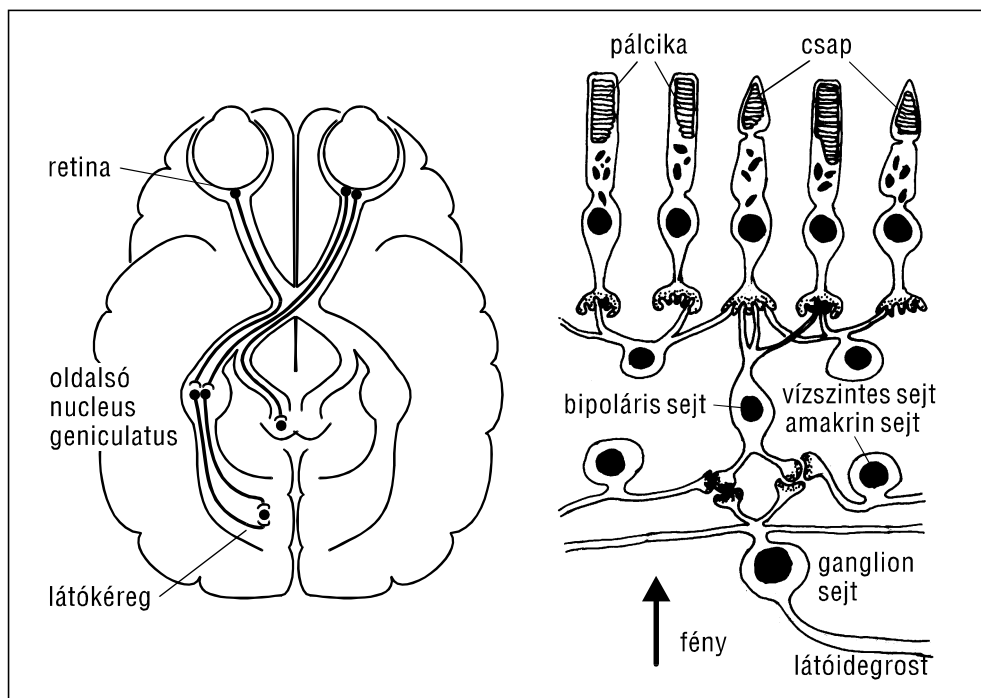
8. ÉRZÉKELÉS, ÉSZLELÉS

A túlélés és a szaporodás valamennyi élőlény számára szükségessé teszi a környezethez való alkalmazkodást, ami az egyedi élet során tovább finomodik. A helyhez kötött élőlények — például a növények — esetében ez történhet úgy, hogy a fény felé fordítják leveleiket. Az állatok mozgása azonban a környezet folyamatos változását eredményezi, s ez az alkalmazkodás újabb formáinak kialakulásához vezetett. A biológiai evolúció során tehát újabb és újabb **perceptuális rendszerek** jelentek meg, amelyek a környezet energiáinak egy-egy speciális fajtáját képesek regisztrálni (modalitás-specifikus vagy monomodális információfeldolgozás). Így megkülönböztetünk **haptikus** (tapintási), **ízlelő**, **szagló**, **halló**, **látó**, perceptuális rendszereket, valamint a test belső állapotáról tájékoztató **homeosztatikus** és „**komfort**” észlelési rendszereket. Az evolúció csodálatos teljesítménye például az, amikor a fény már nemcsak az irányinformáció hordozója, hanem — a mintázott fény segítségével — lehetővé válik a környezet belső leképezése, modellezése is. Az érzékelés és észlelés a bennünket körülvevő világ felfogását, az arról való tudás elemeinek megszerzését jelenti. Az érzékelés a környezet fizikai-kémiai energiáira adott megkülönböztető **idegi válasz**, az információ regisztrálása. Az észlelés (percepció) az érzékszervi benyomások *tárggyá, jelentéssé szerveződése*. Például ha egy adott helyzetben fülemmel hanghullámokat fogok fel, miközben szememmel esetleg fényvillanást látok, és azt mondom: „leejtettem a kulcsomat”, érzékelési tapasztalataim jelentését fogalmazom meg.

Érzékelés és észlelés egymásra épülő történések, ahol az előbbi az alacsonyabb rendű, szenzoros folyamatokat jelenti, majd az észlelő további aktivitásai (szelektív figyelmi szűrés, korábbi tapasztalatok nyomán kialakuló elvárások, kategorizálás) eredményeként alakul ki a **világ reprezentációja**, jelentése.

A LÁTÁS

A környezetből felvehető információk körülbelül 75-80%-a vizuális eredetű, az ember tehát „vizuálisan vezetett” lény. A vizuális információ forrása a tárgyról visszaverődő fény, amely a szem fénytörő közegein átjutva a retinán kétdimenziós képet alkot. A látórendszer ebből a kétdimenziós képből hozza létre a világ háromdimenziós mását. A szem a környezetből fényingereket vesz fel, ezek révén a tárgyak világosságáról, színéről, alakjáról és térbeli elhelyezkedéséről kapunk információkat. A retinára vetülő kép fordított irányú és kicsinyített, hiszen a szemlencse 24 dioptriás gyűjtőlencsének felel meg. Amikor



8.1. ábra. A látópálya és a retina szerkezete

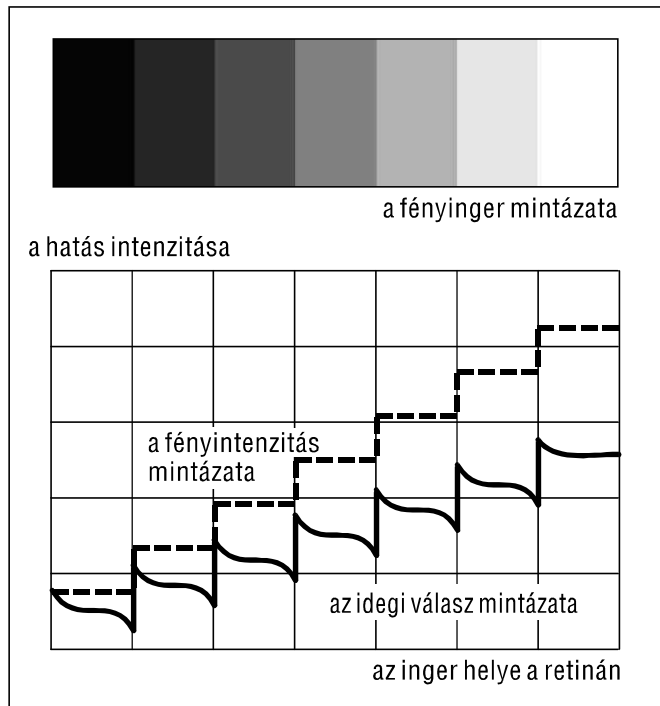
valamit nézünk, szemünkkel fixáljuk az adott tárgyat vagy helyzetet, szemünk akkor is mozog: ilyen, ún. **mikromozgás** a **tremor**, ami nagyon kis amplitúdójú rezgés. A **makromozgások** egyik jellegzetes formája a **kontúrkövető** szemmozgás. A mozgó ingert követő (egy gyors és egy lassú fázist tartalmazó) szem-

8.1. táblázat. A csapok és a pálcikák közötti különbségek

csap	pálcika
kis érzékenység (nappali látás)	nagy érzékenység (éjszakai látás)
piros-sárga érzékenység	zöld-kék érzékenység
nagy felbontóképesség	kis felbontóképesség
a fovea irányában növekvő számú elhelyezkedés	a foveától a periféria felé növekvő elhelyezkedés
szín- meg alakódolás és érzékenység	világosság és mozgás kódolása

mozgást akkor tapasztalhatjuk, amikor mozgó autóból az út menti fákat nézve „kapkodjuk” a szemünket. Információfelvétel csak a fixáció alatt van, az ugrások alatt nincs. A fixáció alatti szemmozgás az információfelvétel része, ezt mutatják a **stabilizált retinakép** kísérletek eredményei is. Ha egy kontaktlencsére mikrovetítőt szerelünk, akkor a retinára vetülő kép együtt mozog a szemmel (vagyis mindig ugyanazokat a retinális pontokat éri). Ilyenkor a kép fokozatosan elhomályosul, mintegy „szétesik”, vagyis a látórendszer elsősorban a változásokra érzékeny.

A vizuális információ feldolgozása a retina fényérzékeny receptoraiban kezdődik, egy speciális kéreg alatti magcsoportban, a talamuszban folytatódik, végül a látókéregben teljesedik ki (ez a specifikus projekció). A szenoros pálya elágazása az agykéreg alatti aktiváló rendszerhez „állítja be” a látókéreg küszöbérzékenységét. (Gondoljuk csak el, hogy a retina egyik fényérzékeny eleme, a pálcika elméletileg egyetlen foton energiájára képes reagálni, de



8.2. ábra.
A Mach-sávok

ehhez a látókéreg aktivált állapota — igen nagy érzékenysége — is szükséges.) Az asszociációs agykéreg területein formálódik tovább a látás és más érzékszervi tapasztalatok együttese.

Mint a 8.1. ábrán látható, a retinán többféle sejtet lehet elkülöníteni. Ezek közül a tényleges fényreceptorok a **csapok** és **pálcikák**, amelyek nemcsak morfológiailag térnek el egymástól, hanem funkcióikban is (l. a 8.1. táblázatot). A beeső fény irányát a fenti ábrán a nyíl jelzi, vagyis a fénynek a retina

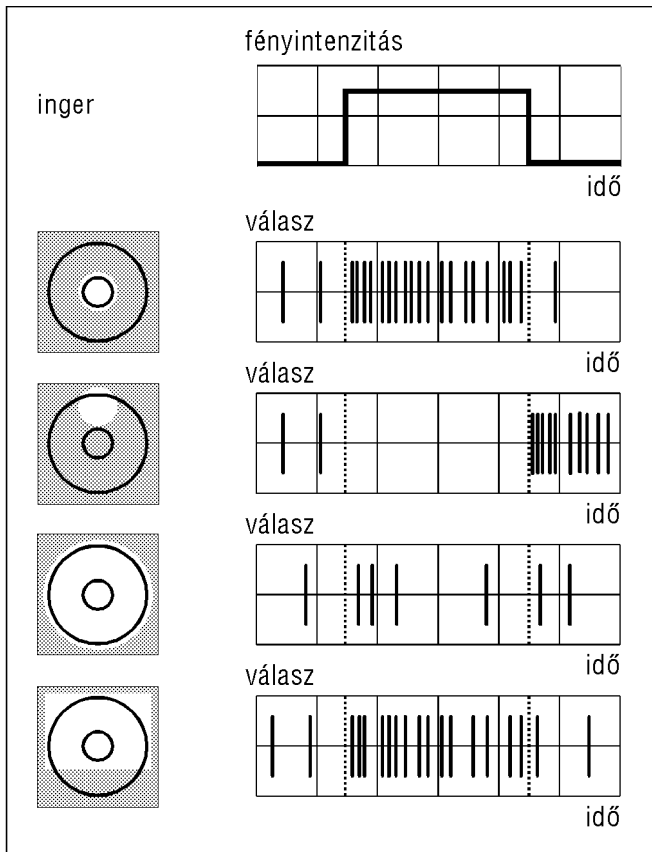
valamennyi rétegén át kell hatolnia, mire a receptorokhoz ér (ez a retinális inverzió).

A retinán mintegy 6-8 millió csap és kb. 120 millió pálcika található. Az éleslátás helyén, a **foveán** csak csapok vannak. A csapok és pálcikák eltérő funkcióját illusztrálja egy érdekes jelenség: sötétben világosabbnak tűnnek egy almafa zöld levelei, míg az érett piros almát feketének látjuk. Világosban a piros alma szinte „kivilágít” a zöld levelek közül. A jelenség háttérében az áll, hogy sötétben a csekély fényintenzitás miatt a csapok színekódolása nem indulhat be, a pálcikák számára viszont ez az intenzitás is elegendő lehet.

A mintaészlelés alapjelenségei

Fény- és irányérzékeny receptív mezők

Mint a 8.1. ábrán látható, a retina fotoreceptorai alakítják át a fényenergiát neurális impulzussá, amit a **bipoláris**, majd a **ganglion** sejtekhez továbbítanak. Van egy speciális **oldalirányú kapcsolat** is a bipoláris és a ganglion sejtek szintjén, amelynek különös jelentősége van az ábrahatároló élek (kontúr) percep-

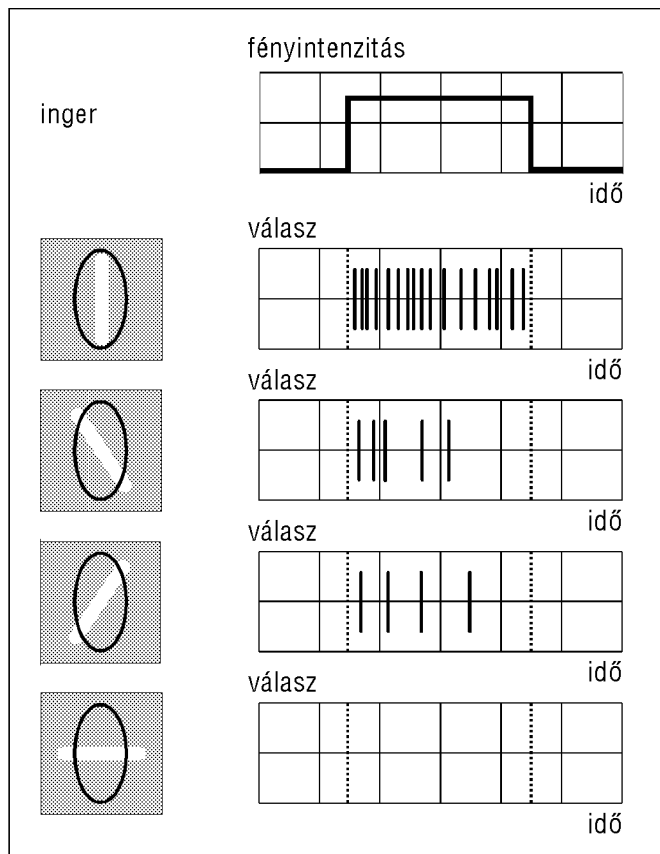


8.3. ábra.
A macska on-központú receptív mezőjének válasza a fény be- és kikapcsolására

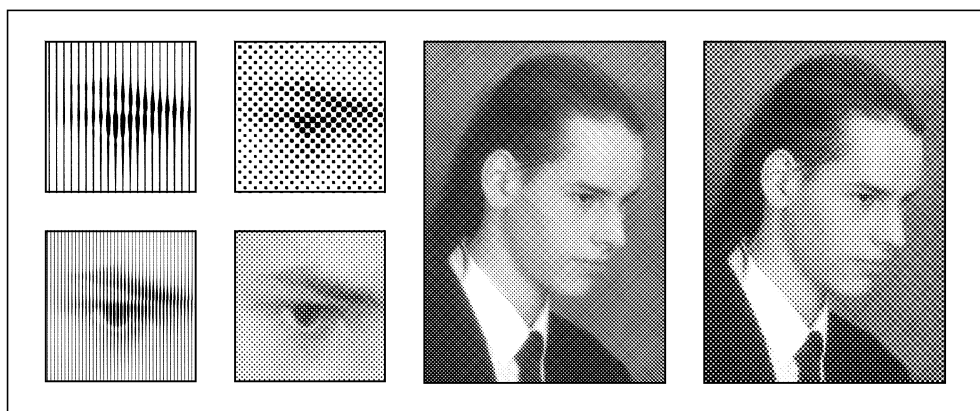
ciójában. A 8.2. ábrán a nyíllal jelölt sáv bal oldala a sötétebb sáv szomszéd-ságában világosabbnak, míg a jobb oldala a világosabb sáv mellett sötétebbnek látszik. Ezeket a sötétebb és világosabb sávokat **Mach-sávoknak** nevezzük ERNST MACH osztrák fizikusról, aki jóval a modern elektrofiziológiai módsze-rek felfedezése előtt feltételezte, hogy a retinán oldalirányú, **laterális gátlás-nak** kell működnie. Ennek lényege, hogy a szomszédos retinális elemek köl-csönösen gátolják egymás működését; a Mach-sávok határán a ganglion sejt a szomszédos sejt gátlása miatt alacsonyabb ingereltségi szinten a szürke sötéte-
dését regisztrálja a világos sáv szomszédosságában.

Későbbi vizsgálatok feltárták, hogy minden ganglion sejt egy kör alakú, ún. **receptív mezővel** rendelkezik, amelynek egyik része „on”-központú (vagyis akkor aktív, ha fény éri: on = be), másik része „off”-központú (vagyis akkor kapcsol be, ha az ingerlés megszűnik: off = ki). Az on-központot off-elemek ve-
szik körül. A feldolgozásnak ezen a szintjén a környezet világos és sötét foltok formájában képeződik le.

DAVID HUBEL és TORSTEN WIESEL felfedezték, hogy a látókéregben is van-
nak speciális receptív mezők, amelyek nem kör alakúak, hanem megnyúltak;



8.4. ábra.
A függőleges irányra
érzékeny kérgi receptív
mező válaszai az inger
különböző irányai esetén



8.5. ábra. A szinuszos rácsból a képig

nem egyszerűen fényfelvillanásokra, hanem a fényinger irányára érzékenyek. Ezeket a kérgi sejteket **irányérzékeny receptoroknak** nevezték.

Az agykéregben másfajta receptív mezőket is találtak, egyik típusukat **komplex sejteknek** nevezik; ezek a helytől függetlenül érzékenyek mozgó vagy ábrahatároló vonalra. Még ennél is bonyolultabbak az ún. **hiperkomplex sejtek**, amelyek csak akkor tüzelnek, ha vonalvég vagy egy bizonyos szögben levő két vonal van érzékelési mezőjükben. A fent tárgyalt különböző bonyolultságú látókérgi receptorok többnyire állatkísérleti adatokon alapulnak, de nincs okunk kételkedni abban, hogy az emberi látókéreg is hasonlóan működik.

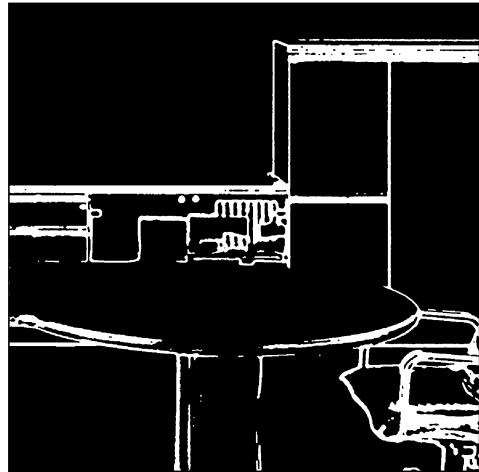
A téri frekvenciaszűrés

A vizuális minta feldolgozásának egy másik elképzelése szerint az agy a minta elemeit különböző irányú és méretű élekre meg sávokra bontja, egy matematikai kiindulópont szerint pedig a vizuális minta könnyen átírható mint szinuszhullámok összege (a Fourier-analízis segítségével bármilyen grafikus jelenet átírható az azt összetevő szinuszhullámokra).

Mivel feltételezték, hogy a kontraszt (a felerősítve érzékelt különbség) az információfeldolgozás fontos eleme, olyan ábrákkal végeztek kísérleteket, amelyeken világos-sötét sávokat (rácsokat) mutattak be. Ha egyszerű és összetett szinuszos rácsokat alkalmazunk, olyan képeket kapunk, amelyeket a 8.5. ábrán láthatunk.

A látórendszer tehát érzékeny a változó hullámformájú (valamint annak felharmonikusait is tartalmazó) téri frekvenciára.

Érdekes, hogy a téri frekvenciarács iránya éppúgy szelektív válasszal jár, mint a Hubel és Wiesel által leírt kérgi irányérzékeny sejtek különböző bonyolultságú egységeinek ingerlése (így lehetséges, hogy a téri frekvenciára érzékeny ganglion sejtekhez olyan receptív mező tartozik, ahol a központok közötti távolság adja a téri frekvenciát; ha például a központok távolsága 1 fok, akkor a hozzájuk csatlakozó ganglion sejt frekvenciaérzékenysége 1 ciklus/fok).



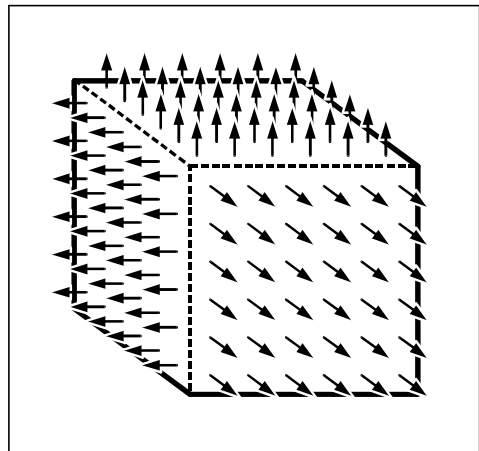
8.6. ábra. Egy kép és a kép első vázlata

A látás komputációs elmélete

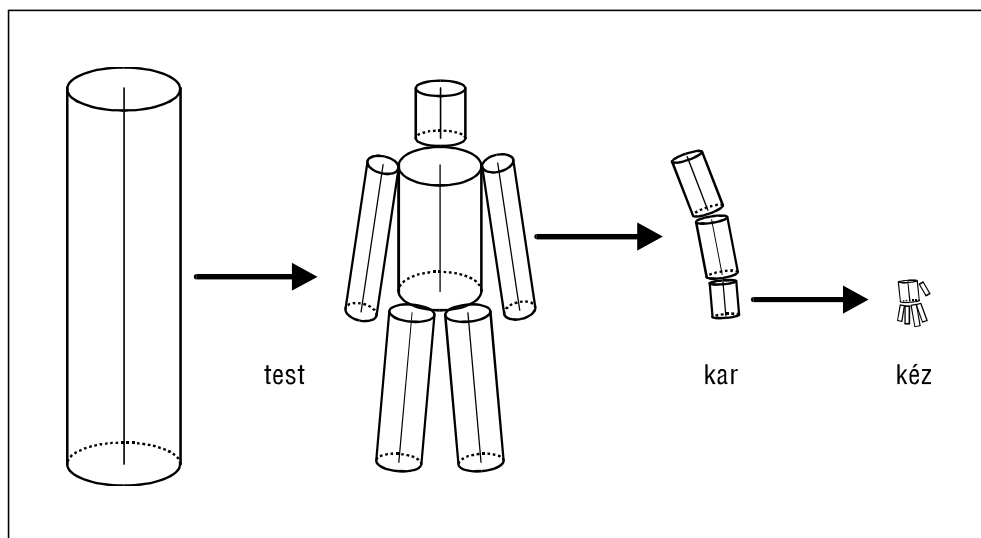
A kognitív pszichológia fejlődése, a „számítógépes analógia”, valamint a mesterséges intelligencia kutatások szükségszerű következménye a látás — elsősorban a formafelismerés — számítógépes szimulációja, „algoritmusának” feltárása.

MARR, akinek nevéhez a **komputációs elmélet** fűződik, a látás alacsony-szintű folyamatait vizsgálta a hetvenes évek végén. Feltevése szerint a látás több *független alrendszerből* épül fel (ez a moduláris szerveződés), és a világ megismeréséhez elegendők az ún. beépített mechanizmusok (a „veleszületett tudás”). Ez az elképzelés a percepció alulról felfelé (bottom-up) szerveződésének egyik ígéretes változata. Marr modelljének *első szintje* az ún. **első vázlat**, ahol a felszíni intenzitás erős változásai (az ábra sötét-világos foltjainak határai) nyomán kódolni kell az *éleket*. Az első durva vázlat tehát jelzi az élék helyzetét.

A *második szint*, az ún. **2 1/2 dimenzió** moduljai az első vázlat éljelölőinek felhasználásával alkotják meg az ábra irányulásokkal rendelkező felszíneit. Mint az elnevezés is jelzi, a 2 1/2 dimenzió nem jelent valódi háromdimenziós tárgyat.



8.7. ábra. Egy tárgy 2 1/2 dimenziós megjelenítése. A nyilak mutatják a felületek irányát a nézőhöz képest. A folyamatos vonal a tárgy „külső élét”, a pontozott pedig felületeinek a nézőhöz képest változó éleit jelzi



8.8. ábra. Az emberi test fő- és melléktengelyei

Tárgyábrázolása nézőközpontú, ahol a tárgyak vetülete a nézőhöz képest változik.

A harmadik szint, a 3D (3 dimenzió) már *tárgyközpontú*, mert a tárgy *természetes tengelyei* mentén szerveződik. Az alakinformáció leírása tengelyalapú, ahol a tárgy fő tengelye mellett az ahhoz kapcsolódó számos, a tárgy részeit jelző melléktengely meghatározása is megtörténik.

A színek észlelése

A színek segítenek tájékozódni a világban, megkönnyítik a tárgyak kiválasztását a háttérből. A fantasztikus sebességgel száguldó teniszlabdát is könnyebb észrevenni rikító színéről; a kertész a színből következtet a gyümölcs érettségére; az orvos számára a torok pirossága diagnosztikai jegy stb. A színeknek emocionális és esztétikai értéke is van (gondoljunk pl. a belsőépítészet vagy a várostervezés színdinamikai aspektusaira).

Megkülönböztetünk **akromatikus** (fehér, fekete, szürke), **kromatikus** (a színtartalom nagyobb, mint 0) és **komplementer** színeket (például a vörös és a zöld), amelyek megfelelő arányú keverése akromatikus (szürke) színt eredményez.

A szín összetevői: a **színezet** (a fény hullámhossza), a **telítettség** (a szín és a szín intenzitásának megfelelő szürke keverése), a **világosság** (az illető felület fénysűrűsége).

YOUNG és HELMHOLTZ **trikromatikus színelméletükben** három, a vörösre, a kékre és a zöldre érzékeny pigmentet feltételeztek a retinán (e három pigment az előbbi színeket nyeli el). E felfogás szerint pl. akkor észlelünk kéket, ha a rövid hullámhosszra érzékeny csap aktívabb, mint a másik kettő. Ha a hosszú és közepes hullámhosszra érzékeny neurális elemek aktivitása egyenlő,

akkor sárgát, ha mindháromé egyenlő, fehéret, ha pedig inaktívak, feketét észlelünk.

HERING **ellenszín-folyamat** elméletének kiindulópontja az a tapasztalat, hogy a színlátás dimenzionális: egy tárgy lehet kék vagy sárga, vörös vagy zöld, fehér vagy fekete, de sohasem lehet kékessárga vagy vöröseszöld. A színek kódolását végző neurális elemek ellentétpárokban működnek: kék-sárga, vöröszöld, fehér-fekete.

A retina színérzékeny csapjait régebben csak feltételezték, illetve csupán közvetett bizonyítékok utaltak létükre. Amióta lehetséges egyetlen csap(!) fényelnyelésének a vizsgálata, felfedezték, hogy valóban létezik olyan fotopigment, amely a 440–445 nm-es hullámhosszú kék, az 535 nm-es zöld és a 650 nm-es vörös színre érzékeny. Más vizsgálatok kéreg alatti területek (a talamusz) színérzékenységéről is beszámoltak.

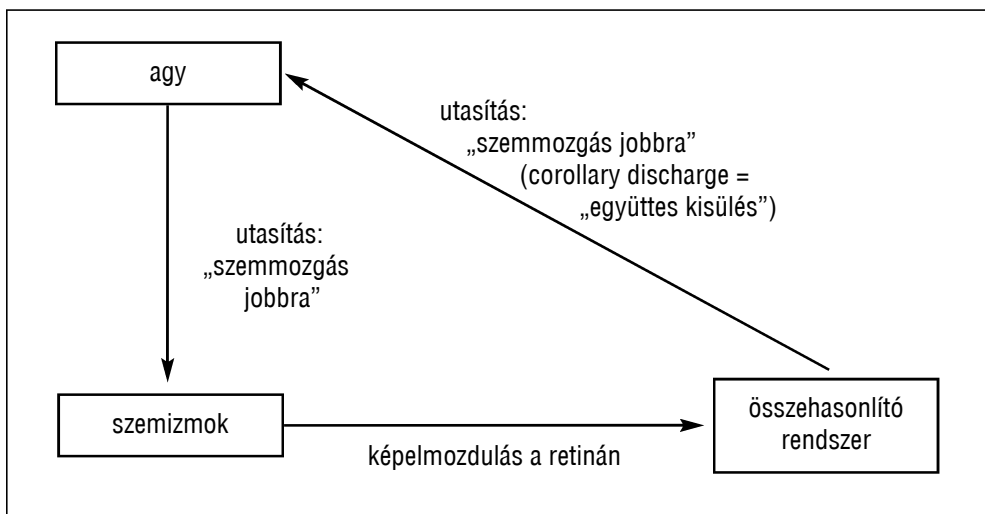
A mozgás észlelése

Amikor „megnézünk” valamit, szemünk letapogatja az adott jelenetet vagy tárgyat, eközben a retinális kép állandóan változik, mégsem észlelünk mozgást. Ha azonban szemünket oldalról az ujjunkkal kicsit megnyomjuk, mozogni (elmozdulni) látjuk a világot.

A mozgásészlelés egyik korai kísérleti helyzete, amikor két, egymástól eltérő téri helyen levő pontot kis időkülönbséggel felvillantunk, és azt látjuk, mintha az egyik pont átmenne a másikba. Ez a **phi-jelenség** vagy stroboszkópos mozgás, amelyet még WERTHEIMER írt le. Mindennapi példa erre: a moziban a gyors egymásutánban vetített állóképeket mozgónak látjuk.

GREGORY két eltérő mozgásészlelési rendszert különböztet meg: a **kép-retina rendszer** közvetlen retinális mozgásészlelést feltételez, míg a

8.9. ábra. Efferencia-kópia



fej–szem rendszernél a szem követi a mozgó tárgyat. Valószínű, hogy a két rendszer integrációja a mozgásészlelés alapja.

A vizuomotoros tájékozódás lényeges eleme a mozgásparancs és a mozgás eredményének összevetése. Amennyiben a mozgásparancs és a retinális képmozdulás egybeesik, nincs mozgásélmény (az előbbi példában, ha megnyomjuk a szemünket — centrális mozgásparancs híján —, mozgást észlelünk csak a retinális kép elmozdulása következtében). VON HOLST hipotézise szerint bármilyen centrális mozgásindítás, amely a retinális kép elmozdulásával jár együtt, valószínűleg egy **következményes kisülést** küld a látórendszerbe a retinális eltolás kompenzálására, ez az **efferencia-kópia**. A gondolat Helmholtztól származik, de később — egymástól függetlenül — többen is leírták ezt a jelenséget, ahol a szándék és az akció összeilléséről vagy össze nem illéséről kaphatunk jelzéseket.



8.10. ábra. Fény és árnyék. Fordítsuk meg a képet!

A távolság és mélység észlelése

Az alábbiakban elsőként a vizuális rendszer belső funkcióival foglalkozunk.

Az **akkomodáció**, a szemlencse görbületének megváltozása monokuláris mélységjelzés. Közeli tárgyaknál domborúbb, távoliaknál laposabb a szemlencse a ciliáris izmok működésének következtében.

A **konvergencia** a két szem hossz tengelyének egymáshoz viszonyított elmozdulása. Amikor közeli tárgyat nézünk, a két szem egymás felé mozdul el és fordítva.

Retinális diszparitás: a két szemmel való látás esetén a bal oldali retina-félre az észlelt tárgy bal oldalából vetül több részlet, a jobb retinafélre pedig a jobb oldalából (vö. sztereopszis).

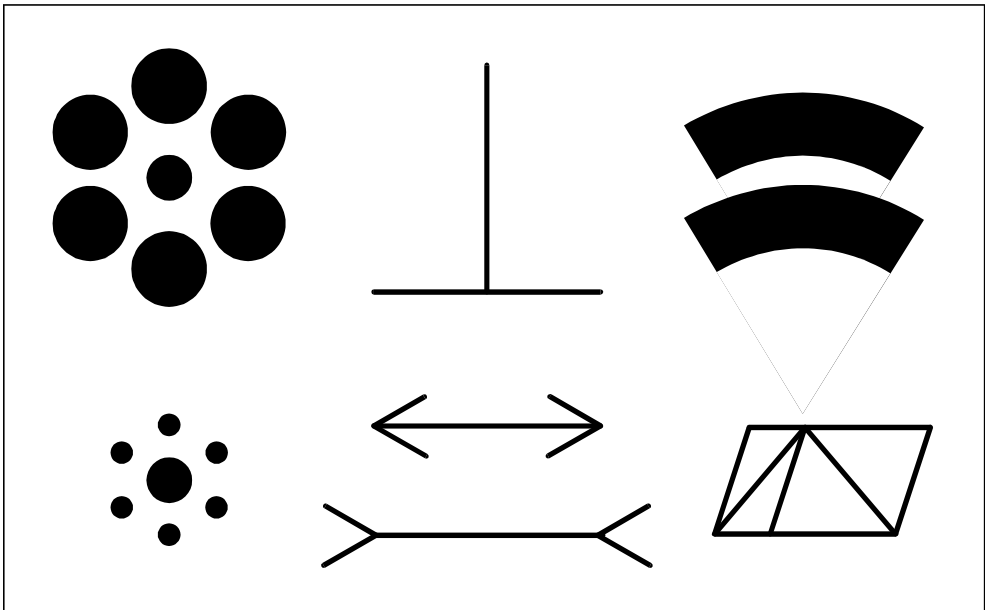
A tárgy távolságának jelzésében a látórendszertől független jelzések is szerepet játszanak, ezeket másodlagos mélységjelzőknek nevezzük.

Vonalperspektíva: párhuzamos vonalak távolabb összetartani látszanak, ami a távolság érzetét kelti.

Levegőperspektíva: azáltal mélységjelző, hogy távolabbi tereptárgyak színe szürkébb-kékesebb.

Takarás: ha két tárgy részleges fedésben van, a fedésben lévő tárgy távolabbinak tűnik.

Relatív nagyság: ha két tárgy azonos retinális nagyságú, azonos távolságban levőnek látszik, míg a nagyobb retinális kép közelebbi tárgyat jelenthet.



8.11. ábra. Optikai és geometriai csalódások

(Természetesen a retinális képnagyság és a távolság összefüggése egyéni tapasztalatszerzéssel jelentősen módosulhat.)

Texturális finomság: a legtöbb képi felület részletessége a távolsággal arányban csökken, így mélységjelző funkciót tölt be.

Fény-árnyék: a fény (akár természetes, akár mesterséges) általában felülről érkezik, így a tárgy árnyéka jelezheti a nézőtől való távolságát.

Az észlelésben számos jelenség veleszületett képességek által kódolódik (a vizuális minta észlelése, sztereopszis, színérzékenység stb.), az egyéni tapasztalatszerzés során azonban a változó ingerlés mellett az észlelési tapasztalat állandó maradhat.

A **konstancia** (állandóság) jelenségek esetében a tárgyak színe, alakja, nagysága változó ingerlési körülmények esetében is állandó. Egy sötét szobában például szürkének látjuk a fehér asztalt; nem hihetjük, hogy az oldalról nézett teáscsésze alakja valóban ellipszis alakú, míg a tőlünk távolodó személy magasságának megítélése jórészt független a retinális kép nagyságától.

Azokban az esetekben, amikor az észlelés nem felel meg az inger fizikai tulajdonságainak, **torzító viselkedésről** beszélünk. Az **optikai és geometriai csalódások** e kategóriába tartoznak.

Mint a 8.11. ábrán látható, következetes és tartós eltérés van vonalak irányának megítélésében, eltérően azok fizikai tulajdonságaitól. Ebben előzetes tapasztalatainkból származó becsléseink is szerepet játszanak.

A perceptuális felismerés

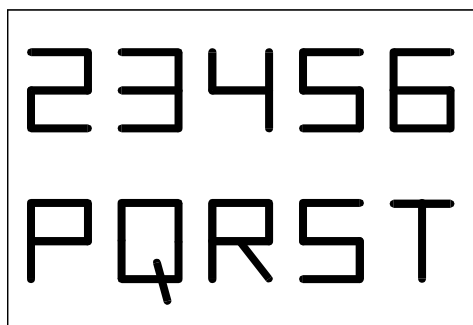
Most azt vizsgáljuk meg, hogy a szerveződés *alulról felfelé* („bottom-up” folyamatok) vagy *felülről lefelé* („top-down”) történik-e.

A perceptuális-kognitív folyamatok működésének eredményeként a megismerés, tárgyak, helyzetek, események **mentális reprezentációja**, az előzőekben tárgyalt elméleti megközelítések szerint az elemi szintektől a magasabb szintek irányába megy végbe (bottom-up).

Kétségtelen, hogy pl. a vizuális minta elemi feldolgozása jórészt automatikus folyamatokat foglal magába (senki sem képes kontrollálni a téri irányokra érzékeny kérgi receptív mezőinek működését). A vizuális minta alakká szerveződésében pedig a Gestalt-pszichológusok által leírt szerveződési törvények érvényesülnek (lásd *Az alaklélektani iskola* c. fejezetet). A tárgy azonosítása, ami egyben más tárgytól való elkülönítését is tartalmazza, olyan perceptuális, kognitív erőfeszítést jelent, amelyben a *korábbi tapasztalatok, beállítódások, elvárások* is szerepet kapnak. A legegyszerűbb, a perceptuális azonosítást befolyásoló hatás az inger kontextusa: az inger környezete azonos fizikai tulajdonságai mellett is eltérő azonosításhoz (kategorizáláshoz) vezethet (top-down).

A perceptuális felismerés folyamatában mindkét szerveződési irány mellett találhatunk érveket.

A **konstruktivisták** az észlelés aktív és konstruktív természetéről tudósítanak. Így a szükségletek percepcióra gyakorolt hatását egy kísérletben SANFORD a következőképpen demonstrálta: iskolás gyerekeknek kétértelmű ábrákat mutattak be, és megkérték őket, hogy írják le, amit látnak. A kísérletet naponta többször is elvégezték, étkezési idő előtt és után. A tapasztalat szerint étkezési idő előtt lényegesen több volt a táplálkozással összefüggő válasz, mint utána.



8.12. ábra. A kontextus eredménye: a környezet hatására hol számot, hol betűt látunk

Egy ma már ugyancsak klasszikus kísérletben a táplálék- és vízmegvonás percepcióra gyakorolt hatásait vizsgálva azt tapasztalták, hogy a megelőző 10, illetve 24 órás megvonás után a szükséglettel kapcsolatos szavaknál rövidebb volt a felismerési küszöb a kísérleti csoportoknál a kontrollcsoportokhoz képest. Magyarázatként lehetséges, hogy a depriváció a választendenciára gyakorol hatást, akár úgy is, hogy a rövid idővel történő bemutatás esetén fel nem ismert szót *hajlamosabbak* vagyunk táplálékkal vagy vízzel kapcsolatban észlelni. BRUNER és GOODMAN az *értékek* percepcióra gyakorolt hatását mutatta be: a szegény gyerekek nagyobbak látták a pénzdarabot, mint a gazdag gyerekek, amikor nagyságbecslést kellett végezniük. További kísérletekben gyermekek a cukorral töltött kancsót nehezebbnek ítélték, mint az azonos súlyú homokkal vagy fűrészporról töltött kancsót; a csokoládédarabot nagyobbak gondolták, mint az ugyanolyan nagyságú fadarabot.

Gyermekrajzokat vizsgálva azt is tapasztalták, hogy a Mikulás-rajzok az ünnep előtt nagyobbak voltak, mint utána...

Végül egy „nagy emberekről” szóló kísérlet beszámolójában választási terveikről faggattak kaliforniai személyeket, s közben megkérdezték azt is, hogy szerintük Nixon vagy Kennedy magasabb-e. Míg a Nixon-hívók bizonytalanok voltak, a Kennedy-hívók egyértelműen Kennedyt tartották magasabbnak.

A motiváció ha befolyásolja is az észlelést, nem feltétlenül irányítja. Az a tény, hogy általában pontosan észleljük a bennünket körülvevő világot, azt bizonyítja, hogy a környezetre vagyunk hangolva, de vannak egyéni eltérések is, amelyek motivációs hatásokról tanúskodnak. Létezik egy olyan általános tendencia, amely szerint a szubjektíve kellemes ingereket hatékonyabban és pontosabban dolgozzuk fel, mint a kevésbé kellemeseket. Ez a *Pollyanna-efo*, ami

8.2. táblázat. A látás és a hallás összehasonlítása

fizikai jellemzők	pszichológiai élmény	
	látás	hallás
hullámhossz hullámamplitúdó hullámkomplexitás	színárnyalat fényesség telítettség	hangmagasság hangerő hangszín

az észlelésen kívül az emlékezetre és a gondolkodásra is igaz. Egy kísérletben például fenyegető tartalmú képeket mutattak a kísérleti személyeknek, és azt találták, hogy kevesebb időt töltöttek a képek fixálásával, illetve többet nézték azok elő- vagy háttérét.

Szintézis: az észlelés mint sémaképzés

NEISSER az **észlelési ciklus** működésében „összekapcsolja” az észlelés top-down és bottom-up folyamatait.

A külvilág észlelése során szenzoros tapasztalataink térbeli-időbeli belső modellé kapcsolódnak össze. E modell — séma — teszi lehetővé, hogy a tárgyakat, eseményeket folyamatosan, az észlelés és cselekvés együttesében értsük meg. Neisser szerint a séma ciklikus működése: az *észlelés–cselekvés–észlelés* szekvenciák sorozata nyomán folyamatosan változik.

A séma „**tudásszervező tudásként**” is értelmezhető. Az optikai vagy más szenzoros eseményekre való ráhangolódás, a környezethez való viszonyulás során térbeli, időbeli előfeltételek kialakulását eredményezi. Ilyen módon a séma *irányítja* a perceptuális felderítést, a mintavétel végső soron *módosítja* a kiinduló sémát. Az észlelési ciklus folyamatos, interaktív történés.

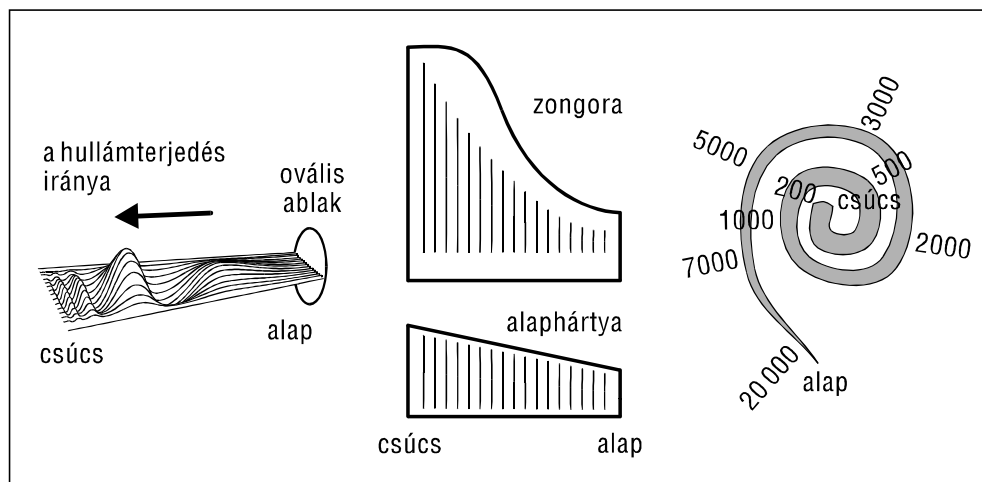
A HALLÁS

A hallás ingere a levegő rezgése, amelyet a hallószerv hangként érzékel. A rezgés nagysága (a kitérés nagysága, **amplitúdója**) mellett a hanginger lényeges tulajdonsága a sebesség és az idő.

Az egy másodperc alatt létrejövő rezgések száma a hang **frekvenciája**, az emberi fül a 16–20 000 Hz frekvenciájú hanginger érzékelésére képes.

A hanghullám rezgései a dobhártyán át a hallócsontok közvetítésével a belső fülbe jutnak, ahol az ún. Corti-féle szerv receptoraira tevődnek át. A Corti-szerv speciális érzékhám, amelynek érzékelő elemei a szőrsejtek. A belsőfülben található csiga működésének leírása BÉKÉSY GYÖRGY nevéhez fűződik, aki kutatásaiért 1961-ben Nobel-díjat kapott. Békésy vizsgálataival feltárta, hogy a csiga csúcán az alacsonyabb, alapján pedig a magasabb hangokat érzékeljük. További vizsgálatok azt is kiderítették, hogy a látórendszerhez hasonlóan a hallórendszerben is vannak **frekvenciaszűrők**, amelyek bizonyos frekvenciákat átengednek, másokat viszont nem.

8.13. ábra. A csiga frekvenciaérzékenysége; a „zongoraanalógia”; hanghullám terjedése az alaphártyán



A sztereofonikus, térbeli hallás alapja, hogy a hallórendszer képes feldolgozni a hanginger téri helyzetét és a hanginger időkülönbségét.

A beszédészlelés vizsgálatainak tapasztalatai szerint a hallásban éppúgy érvényesülnek az *alulról felfelé* és a *felülről lefelé* történő információ-feldolgozási (kódolási) mechanizmusok, mint a látásban. Előbbire jó példa a beszédhangok azonosítása, utóbbira a hanghelyreállítási hatás. Eszerint egy mondat szavainak egyes hangjait zajjal helyettesítve a kísérletben részt vevő személyek a *szöveggörnyezet* segítségével helyreállítva a hiányzó hangokat helyesen észlelték a szöveget. Ez a hatás hiányzó szavak esetében is működik, ha a szöveggörnyezet segítséget nyújt. A szöveggörnyezet fenti hatását a perceptuális séma működésének is tulajdoníthatjuk.

SZAGLÁS

Míg a szaglás az állatvilágban a tájékozódás, a kommunikáció fontos forrása, az embernél jelentősége csekély (eltekintve néhány kultúrákózi vizsgálat eredményeitől, hiszen az araboknál pl. a kérő közbenjárója gyakran engedélyt kér, hogy megszagolhassa a lányt, és ha nem érzi „jó szagú”-nak, inkább eláll a házassági szándéktól).

Az evolúciós szempontból ősi szaglás idegrendszeri szerveződésében is felismerhető szubhumán szintű fontossága: a szaglás pályája a legrövidebb az agyhoz. Mivel a szaglás ingere valamilyen kémiai anyag a levegőben oldva, tehát „terjednie kell”, sokkal könnyebb pl. a forró húsleves illatát megérezni, mint a hidegét. A levegő közvetítő szerepét bizonyítva ERNST WEBER fiziológus fejét lefelé fordítva parfümöt öntött az orrába, de nem érzett semmit. A közhiedelemmel szemben az emberi szaglás igen éles. Egy beszámoló szerint az átlagember akkor is képes megérezni a záptojás hidrogén-szulfid szagát, ha abból csak 0,1 vagy 0,5 ml keveredik 10 000 l levegővel. Érdekes, hogy emberek általában hajlandóságot mutatnak arra, hogy akkor is érezzenek szagokat, amikor inger nincs jelen. Ez a tendencia nő, ha szagtalan, *színezett* közvetítő közeget használnak: lehet, hogy ilyen esetekben nem tudatos válaszkészenlétről van szó. Az észlelési küszöb az öregedéssel emelkedik, dohányosoknál és passzív dohányosoknál is alacsonyabb szintű szagérzékenység figyelhető meg, mint a nemdohányzóknál. Nőknél a szagérzékenység a menstruációs ciklussal változik: a legnagyobb érzékenységet az ovuláció, a legkisebbet a menstruáció ideje alatt éri el. Normál kísérleti személyek tizenhat eltérő szaganyagot tudnak azonosítani; a nők általában jobbak a férfiaknál, ami hormonális tényezők eredménye, de az is lehetséges, hogy ezt a verbális képességekben való nemi különbségek okozzák. Fontos kérdés, hogy a kor előrehaladtával való szagazonosítási teljesítmény hanyatlása szenzoros eredetű-e, vagyis a „bottom-up” folyamatok, vagy kognitív, azaz a „top-down” folyamatok károsodása miatt következik be. Kísérletek szerint a teljesítmény romlása kognitív hiányosságok mellett a csökkent szenzoros élménynek is tulajdonítható, amit az „öregorrúság” terminusával írnak le.

A szagazonosítás egyik nehézsége az, hogy az ember gyakran ismerősnek tart egy szagot, anélkül hogy a kérdéses szag vagy illat helyes nevét képes lenne megnevezni. Ezt a „tip-of-the-tongue” hatás — „a nyelvemen van” (az a hely-

zet, amikor egy szót, például egy nevet hirtelen nem tudunk kimondani) — analógiájára „tip-of-the-nose” („az orrom hegyén van”) jelenségként írták le.

Egy kísérletben a szagok és a vizuális képek közötti viszonyt tanulmányozták. Ha a kísérleti személyek olyan szagot szagoltak, amely megfelelt egy elképzelendő tárgynak, azt állították, hogy a kép élettelibb és tisztább volt, s úgy érezték, mintha valóban „látták” volna az elképzelt tárgyat (vö. *A képzelet* című fejezet). Megfigyelések szerint a moziban bemutatott film nagyobb hatással van a nézőkre abban az esetben, ha a cselekménnyel párhuzamosan különböző illatanyagokat juttatnak a nézőtérre. A szagok életünkben betöltött fontos szerepét tanúsítják azok a megfigyelések is, amelyek szerint a szagok kellemesebb és érzelmekkel jobban átszótt emlékeket elevenítenek fel, mint a vizuális vagy nyelvi ingerek (vö. *Emlékezet* című fejezet). A szagok rejtett kommunikatív értéke megmaradt, gondoljunk például a „félelem szagára”, de igen nagy a mesterséges illatok használatának (amelyekkel a természetes testszagokat fedjük el) jelentősége is (ha csak a reklámokra gondolunk). NEWTON színköréhez hasonló illat(szag)prizmát állított elő HENNING, 400 különböző illatanyag vizsgálatának eredményeként. Például a fenyő illata a gyümölcs- és a gyantás illatok között helyezhető el. Nemcsak az élek, hanem az élekkel határolt felületek is szerepet kapnak az azonosításban.

ÍZLELÉS

A nyelv ízlelőbimbói által felvett információ részben a parietális lebeny, részben a limbikus rendszer működése által kap jelentést. A négy alapíz az édes, a savanyú, a keserű és a sós. Az ízek és illatok együttese a zamat, az aroma. Az ízek nem csak abban segítenek bennünket, hogy kedvelt vagy elutasított ételeket minősítsünk (gondoljunk például az *édesanya*, a *sóltan* alak vagy a *savanyú* pofa konnotációjára).

Nyelvünk persze nem csupán az ízeletről tájékoztat bennünket, hanem a hőmérsékletről, a táplálék anyagáról, konzisztenciájáról is.

BŐRÉRZÉKELÉS

A bőr mint érzékszerv számos független ingert képes felvenni, amelyek a test ún. **szomatoszenzoros rendszerét** alkotják. A hő, vibráció és fájdalom mellett az ujjak bőrfelülete tárgyak alakjáról, nagyságáról, anyagáról nyújt információt. A finom tapintási tapasztalatszerzés idegi háttérében Békésy György a látórendszer működésében már megismert laterális gátlás jelentőségét hangsúlyozza.

A tapintás szerepét a megismerésben számos fejlődéslélektani tény is bizonyítja. A tárgyak „letapogatása” és az e tapasztalatszerzés során végzett végtagmozgás együttesen alkotja a tárgy mentális reprezentációjának taktilis (tapintási) forrását. A taktilis információ átfordítható vizuális élménnyé: minden különösebb erőfeszítés nélkül képesek vagyunk a zsebünkben a kezünkkel kiválasztani egyfajta kulcsot a többi közül, de mint **enaktív reprezentáció** (l. még *A képzelet* című fejezetet) a világ belső leképezésének önálló és kiinduló formája is lehet (egy néhány hónapos csecsemő mindent a szájával „ismer meg”).

„Vizuális vezettségünk” mellett a tapintás jelentőségét bizonyítja az a tény is, hogy számos tapintási élmény nem fordítható át maradéktalanul például vizuálisba (anyagi minőség, hőmérséklet stb.). Ha ajándékot kapunk, boldogan nézegetjük, forgatjuk, tapogatjuk...

A bőrfelület sérülései vagy akár extrém hőhatások fájdalomérzést váltanak ki, gerincvelői átkapcsolás után agykérgi feldolgozással. Az, hogy mikor milyen intenzitású fájdalmat élünk át, bonyolult, pszichológiai hatásokon túl kulturálisan is meghatározott. Élsportolók például sokszor csak a verseny után jelentkező fájdalomból következtetnek sérüléseikre.

MELZACKnak a **fájdalom** kapuszabályozási elméletében a gerincvelői „kapu” az agykéreg üzenetére nyílik vagy zárul: az agy segíti vagy gátolja a fájdalom intenzitását.

A fájdalomkontroll másik lehetséges mechanizmusa az agy morfiumszerű molekuláinak, az ún. endogén opiát peptideknek a közreműködésével



8.14. ábra.
Held és Hein
kísérleti berendezése
az önindított mozgás
vizsgálatára

megy végbe. Az agynak ez az „önjutalmazó” rendszere egyben mint fájdalomcsökkentő rendszer is felfogható. E szisztéma működése messze túlmutat a fájdalom-percepción.

A VESZTIBULÁRIS PERCEPCIÓ

A belsőfül félkörös íjárataiban levő érzőhám a fej mozgásváltozásait érzékeli, így a test egyensúlyát (a gravitációval szembeni stabil izomtónus és testtartás

fenntartását), végső soron a térbeli tájékozódást segíti a vizuális rendszer kontrollja mellett. Számos vizsgálat szerint a testtónus és a testkép az **énfogalom genezisében** kitüntetett szerepet játszik.

A PERCEPTUÁLIS TANULÁS ALAPJAI

Amikor a mikroszkópos metszeten megtanuljuk észrevenni egy sejt általunk korábban nem látott elemeit, vagy egy idegen nyelvű szövegből „kihalljuk” az egyes szavakat, új tudásra tettünk szert. A behaviorista érv a **tanulás** mellett voksol az észlelési teljesítmények háttérében: megtanuljuk észrevenni azt, amit korábban nem voltunk képesek, elsajátítjuk a finom különbségképzést. A perceptuális tanulás gestaltista felfogása az észlelés „beépített” mechanizmusa mellett szolgáltat érveket (lásd például a már tárgyalt szerveződési elveket). A néhány hetes csecsemő előnyben részesíti az emberi arc sematikus ábráját több, hasonló bonyolultságú ábra közül. A „bölc s csecsemőről” szóló vizsgálatok korábban el sem képzelt perceptuális teljesítményekről számolnak be. Például egy háromhetes csecsemő az előzőleg csak szopással megismert cumit (bekötött szemmel pár percig használta) később több cumi közül vizuálisan is felismerte (hosszabb ideig nézegette a többinél — ez volt a felismerés mutatója).

A **szenzoros integráció** (több érzékszervi tapasztalat összekapcsolódása) a perceptuális tanulás elemi teljesítménye, amely az egyedfejlődés igen korai szakaszában megjelenik.

A perceptuális tanulás egy klasszikus kísérlete STRATTONTól származik, aki napokon át olyan teleszkópot viselt a szemén, amely feje tetejére állította a világot. Az ötödik napon könnyedén közlekedett a házában, a hetediken mindent „rendesen” látott, vagyis bekövetkezett a látás és mozgás újratanulása. Természetesen amikor levette a teleszkópot, ismét megfordult a világ, de most már sokkal kevesebb idő kellett az „eredeti” állapot helyreállításához. Ezt a kísérletet később többen is megismételték (az egyik kutató például a torzító szemüveg viselésének második hetében már sielt). E kísérletek bizonyították, hogy nem a retinális képet látjuk.

A retinális kép eltolása miatt (egy 15-20 fokos prizmával könnyen demonstrálható) a látás és mozgás korábbi egysége megbomlik, rendre mellényülünk egy tárgynak. Ha azonban kezünk mozgását szemünkkel követve lassan próbáljuk a célt elérni, a látás és mozgás újrendezése hamarabb valósul meg.

A látás, mozgás és tapintás szoros kapcsolatban áll egymással, a már említett szenzoros integrációban. Nem mindegy azonban, hogy a mozgás szándékos-e („önindított”) vagy sem. HELD és HEIN kísérleti elrendezésében az „aktív” macska bármikor elindulhat, megállhat, megfordulhat, „passzív” társának vizuális környezetváltozásait (aki „utas” a kis kocsiiban) az ő mozgása határozza meg, míg a látvány természetesen nagyon hasonló.

A kísérlet tanulsága szerint az aktív mozgás elengedhetetlen feltétele a sikeres látási teljesítménynek a környezet megismerésében, az olyan elemi feladatokban például, mint a szem-kéz koordináció.

Az emberi észlelés legérdekesebb területeinek egyike ugyancsak a korábbi tapasztalatok megzavarásával függ össze: mélység és tárgynagyság vizsgálatok. AMES kísérletében ugyanaz a személy a helyiség egyik sarkában a szoba magasságának kb. feléig ér, míg a másik sarokban éppen olyan magas, mint a szoba. Hogyan lehetséges ez? Ames „becsapja” a szemünket; az általa konstruált szoba egy nézőpontból pontosan olyan, mint amilyennek megszoktuk: a falak derékszögben találkoznak egymással. Valójában azonban szisztematikus torzítással van dolgunk, ahol semmi sem olyan, amilyennek látszik. Hasonló „képtelenségeket” láthatunk a holland M. C. ESCHER metszetein is, ahol az az érzésünk, hogy mindent tudunk értelmezni, amikor rájövünk, hogy a tárgyak egymásnak ellentmondó nézőpontból látszanak.

A megismerés eredménye a tudás, ismeretek megszerzése, megszerzése, alkalmazása: a környezet „felfedezése”, a környezethez való alkalmazkodás. A perceptuális tanulás lényege: *tartós változás* előidézése az észlelésben.

Mivel a szenzoros tapasztalatok sokszor túlságosan szegényesek vagy egyszerűek, ahhoz, hogy tárgyakat, eseményeket megértsünk, aktívan, szelektíven „elébe megyünk az eseményeknek”. Előfeltevéseket teszünk, információkat veszünk fel, előfeltevéseinket igazoljuk vagy elvetjük, miközben bizonytalanságunk csökken, ami önmagában is megerősítő hatékonyságú. A perceptuális tanulás során megtanuljuk kiválasztani a fontos információkat, megtanuljuk kiemelni az ingerek állandó mozzanatait. Észleléseink kidolgozása tehát kikövetkeztetett, használható emlékezeti, motivációs, szokás és egyéb folyamatokat is felölel.

A magától értetődő szenzoros eseményeket sikeresen felfogjuk, így jól alkalmazkodunk hozzájuk, de előfordul, hogy észlelésünk következtetéseiben néha hibás és illuzórikus.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az érzékelés és észlelés a megismerés első lépcsőfokai. Az információfeldolgozás két lehetséges iránya: az elemi szintektől a magasabbak irányába történik; de az inger környezete, az előzetes tudás, motivációs tényezők is szerepet kapnak egy adott tárgy, helyzet értelmezésében.

A szenzoros integráció során egy adott tárgy vagy helyzet valamennyi érzékszervi tapasztalata összekapcsolódik, s e folyamatban különös jelentősége van a saját cselekvésnek, hiszen nem csupán a megismerés válik általa tökéletesebbé, de ez az énként való létezésünk kiindulópontja is egyben.

AJÁNLOTT IRODALOM

GREGORY, R. L.: *Az értelmes szem* Gondolat, Budapest, 1973.

HEBB, D. O.: *A pszichológia alapkérdései*. Gondolat, Budapest, 1974.

NEISSER, U.: *Megismerés és valóság*. Gondolat, Budapest, 1984.