

Egészségügyi Minisztérium, ESZTIK

A diagnosztika logikai interpretálásának néhány sajátossága

Horváth Ferenc

A biológiai megismerési folyamatokat legszemléletesebben talán az orvosi diagnosztikában találjuk. L.B. Lusted szerint az orvosi diagnózis mint logikai folyamat eleve két fő hiányossággal rendelkezik. Az első annak nem tudása, hogy hány betegség produkálja az ugyanazon vagy hasonló szimptomákat. Amennyiben ez ismert lenne, lehetővé válna a betegségek aetiológiájából (ha ez ismert) következtetni azokra a hatásokra, amelyek a szimptomákban manifestálódnak. A másik hiányosság abban áll, hogy igen sok betegség van, amiben számos szimptóma és laboratóriumi jel azonos, s így az orvos nem tudja visszaidézni mindazokat a diagnosztikai információkat, amelyekre szüksége van. A diagnosztika egyébként is nagy kombinatív készséget igénylő tudomány. A differenciáldiagnózis, amely az egymáshoz hasonlító diagnózisok közötti megkülönböztetés folyamata, sok vonatkozásban mindig a diagnózisnak, mint folyamatnak a része. Néha ezért a diagnózis folyamatát differenciáldiagnózisnak hívják. Az ebben elkövetett hibák nagy része is abból ered, hogy az orvos kifelejt bizonyos lehetőségeket. Az automatikus adatfeldolgozó gépek egyik feladata éppen az ilyen hibák kiküszöbölése. Ha meggondoljuk, hogy pl. csupán a corneának 1000 ismert betegsége, s 2000 szimptomája van, az automatizálási törekvés mindenképpen érthető.

A diagnosztikai problémák jobb megértése céljából röviden tekintünk át, hogy hogyan alakult ki a patológiában a jelenlegi betegségekre való felosztás, és hogy ez mennyiben segíti elő, illetve gátolja az ítéletalkotás folyamatát.

A legtöbb betegség mint orvostudományi entitás, akkor alakult ki, amikor még nem volt lehetőség a felállított entitás homogenitásának patológiai ellenőrzésére. A betegségek csoportjainak felállításakor számos szimptomát észleltek az orvosok, amelyeket először nem is különítettek el a betegségektől. A szimptóma maga volt a betegség. Később egy-egy szimptomához egy-egy jelzőt illesztettek, és így azt el tudták különíteni a hasonló szimptomáktól. Így lett pl. a láz szimptomából rheumás láz, typhusos láz, stb. betegség. Vagyis lényegében felismerték, hogy bizonyos szimptomák gyakran együttesen fordulnak elő.

Igy alakult ki a szimptóma-betegség komplexum, ahol az együttesen előforduló szimptómák egységet, betegséget alkotnak. Nyilvánvaló, hogy a szimptómák száma sokkal nagyobb, mint a betegségek száma.

Az orvostudomány fejlődésével egyre több szimptómát ismertek fel. Végül olyan nagyra növekedett a szimptómák száma, hogy azokból számos betegség entitást állapíthattak volna meg. Ha pl. csak tíz szimptómát tételezünk fel és három csoportosítással alkotunk betegség egységeket, 2^{13} betegség lenne felállítható. Tekintve, hogy a megismert szimptómák száma ennél is lényegesen nagyobb volt, empirikusan megfigyelték, hogy bizonyos szimptómák együttesen gyakran fordulnak-e elő. Ez esetben ezek összességét egy betegségnek nevezték, figyelmen kívül hagyva, hogy esetleg más tünet is tartozhat a betegséghez, illetve, hogy a betegség számos tünete más betegségeknél is megtalálható.

A betegség felállításánál kezdetben tehát sem oki, sem logikai összefüggést nem lehetett megállapítani. A későbbi fejlődés eredménye volt csupán az egyre több ilyen jellegű összefüggés felismerése, ami azonban mit sem változtat azon a tényen, hogy a betegségek empirikus entitások. Az oki és logikai összefüggések kutatásának eredményeit ma már sikeresen alkalmazzák a diagnózis pontosabb megállapítására.

Az eddigiekből nyilvánvaló, hogy a betegségek esetén a rendszerezés inkább fenomenológiai, mint patológiai. Éppen a szimptómák nagy száma miatt alakult ki a betegségek csoportosításának az a módja, amely szerint a szimptómák egy csoportjának gyakori együttes előfordulása alapján beszélünk egy betegségről.

Az eddigiekből kitűnik, hogy a szimptóma komplexum az, mely a betegséget meghatározza, amely mint empirikus tény áll elő, és nem mint egy mechanizmusból levont törvényszerűség. Ez akkor is így van, ha az ilyen módon felállított betegség csoportok esetén utólag patológiai próbálkozások történnek abból a célból, hogy megállapítsuk, hogy miért az adott és nem más szimptóma komplexum jellemző egy betegségre. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy egy szimptóma komplexum nem abszolút determináló faktor a gyakorlatban egy betegség meghatározásában, akkor további elméleti problémák merülnek fel. Arról van ugyanis szó, hogy a gyakorlatban ritkán találkozunk ún. "tisztá" esetekkel, a szükséges szimptómák egy része teljesen hiányozhat, vagy abortív formában van csak jelen. Ilyenkor teljesen az orvos intuíciójára van bízva a betegség meghatározása és a terápiás séma felállítása.

Az ideális eljárás a diagnózis felállításában az experimentális meghatározás lenne. Ebben különböző paraméterek objektív mérése és a mérhető behatásokra bekövetkező paraméterváltozások határozzák meg az egyes szimptómákat, a közöttük lévő kölcsönhatásokat, a patológiai státust, illetve a terápiás sémát, amikor is a betegség neve mint fenome-

nológiai entitás (az empirikus diagnózis tulajdonképpeni célja) másodlagos lenne. Annak ellenére, hogy ez az eljárás a tudomány jelenlegi állása mellett a legtöbbször lehetetlen, mégis tisztán kell látnunk a két szélső esetet, mint a diagnosztikai megismerési folyamat két határesetét, amelyek között számos átmenet létezik. A diagnosztikai megismerési folyamat adott esetben akkor tekinthető a legjobbnak, ha a lehető legtöbb experimentális elemet tartalmazza, és a legkevesebb empiriumot, esetlegességet. Éppen ez a kettősség teszi a diagnosztikai tudományt manapság igen bonyolulttá. Nyilvánvaló, hogy a tudomány fejlődésével a fenomenológiai csoportosítás is egyre jobban át fog alakulni, sok szimptóma jelentőségét veszíti, és új, eddig ismeretlen összefüggések alapján az egyes betegség csoportokból egyre több betegség fog leválni és egyre több betegség fog más csoportba kerülni. Éppen ezért nyilvánvaló, hogy a tudomány haladásával egy korrigáló tényező lép fel, amelyet a "napi diagnózis" felállításakor figyelembe kell venni.

A fenomenológiai diagnózis az a konvenció, amelynek alapján az egyes szakemberek a betegséget mint folyamatot lokalizálják valamilyen rendszerben. A patológiai megismerés viszont a dolgok lényegének megismerése, e rendszeren belül a tudományos diagnózis. E kétféle diagnózis összeegyeztetése teszi a diagnosztikát művészetté. A matematikai, logikai megközelítési mód egyik feladata ezt a művészetet megkönnyíteni, a diagnózis e kétfajta megismerési folyamata között hidat verve, a diagnosztikát egzakt tudomány alapokra helyezni.

Az orvosi diagnózis megállapításának folyamata deduktív következtetés. A kísérletes orvostudomány eredményeinek értékelése során deduktív, vagy induktív következtetéssel törvényszerűségek állapíthatók meg. Indokolt tehát a gondolkodás formális logikai törvényeinek alkalmazása az orvostudományban. Az egzakt matematikai összefüggések keresése, a számítógépek alkalmazása szükségessé teszi a matematikai logika, főképpen az ítéletkalkulus alkalmazását.

Az ítéletkalkulus alkalmazásával különböző szimptóma csoportokhoz tartozó különböző betegség csoportok olyan elrendezése valósítható meg, amelyből a lehetséges diagnózis megállapítható. A valószínűség-számítás alkalmazásával a lehetséges diagnózis csoportjából az alternatív valószínűségi diagnózis kikereshető és a legvalószínűbb megállapítható.

A diagnosztikai ítéletalkotásban az ítéletek azok a tulajdonságok, amelyeket a szimptómák és a betegségek képviselnek. A szimptómák k és a betegségek l számából 2^{k+l} számú ítélet, az ún. szimptóma-betegség bázis komplexum állítható elő. Az ily módon felállított ítéletek az összes lehetséges esetet tartalmazzák, ezért ezek között lehetnek olyanok is, amelyeknek az orvostudomány mai állítása szerint

nincs értelme. Ez esetben a szimptóma - betegség bázis komplexum elemeinek száma csökkenthető. Ily módon egy logikai szimptóma - betegség komplexumot kapunk.

A szimptómák és a betegségek között lévő logikai kapcsolat dönti el azt, hogy a szimptóma - betegség komplexum a szimptómák és a betegségek milyen variációjára igaz. A szimptómák és betegségek komplexuma tehát logikai kapcsolatokkal, logikai függvénnyel, ill. Boole-függvénnyel leírható.

R. S. Ledley és L.B. Lusted voltak azok, akik a logika módszereit először alkalmazták a diagnosztikában.

Jelentse azt az ítéletet, hogy egy megfigyelés alatt lévő páciensnek általánosságban $1, 2, \dots, k$ számú szimptómája

$$S_1, S_2, \dots, S_k, \quad (1)$$

és azt az ítéletet, hogy általánosságban $1, 2, \dots, l$ számú betegsége

$$D_1, D_2, \dots, D_l. \quad (2)$$

A diagnosztika E tudománya a megfigyelt betegségek és szimptómák között lévő logikai kapcsolattal, Boole-függvényként írható le, azaz

$$E = E (D_1, D_2, \dots, D_l; S_1, S_2, \dots, S_k). \quad (3)$$

Ez a tulajdonképpen érvényes betegség-szimptóma reláció.

Egy páciens esetén esetén a szimptómák Boole-függvénye:

$$G = G (S_1, S_2, \dots, S_k), \quad (4)$$

a betegségek Boole-függvénye:

$$f = f (D_1, D_2, \dots, D_l). \quad (5)$$

Az előzőek szerint tehát ha az E orvostudományi ismeret (ítélet) birtokában vagyunk, akkor ha a páciensnek G a szimptómája, akkor f a betegsége.

Ez az állítás az orvosi diagnózis megállapításának logikai folyamata, ami az

$$E \supset (G \supset f) \quad (6)$$

implikációs kapcsolattal fejezhető ki.

A diagnózis logikai alternatíváit a szimptóma-betegség komplexum képzésével állíthatjuk elő.

A logikai alternatívák a diagnózis folyamatában logikai ítéletekkel kifejezve azokat a szimptóma és betegség variációs lehetőségeket adják meg, amelyek az orvostudomány mai megállapítása szerint fennállhatnak.

A diagnózis folyamatában általában a klinikai képből indulnak ki, és a laboratóriumi leleteket mint a diagnózis megerősítését értékelik. Figyelembe kell venni azonban azt a tényt, hogy vannak klinikai tünetekben igen gyengének minősíthető esetek, ekkor csak a laboratóriumi vizsgálatok eredményeire lehet támaszkodni a diagnózis megítélése során. Klinikai képből kiindulva is felállítható helytelen diagnózis, akkor, ha nem megfelelő a diagnózis megerősítését célzó laboratóriumi vizsgálati eljárás.

A diagnózis logikai alternatíváinak megállapítása tulajdonképpen az E függvény kitüntetett diszjunktív normálalakjának képzésével ekvivalens. A kitüntetett diszjunktív normálalak képzése módszerével felírt E függvény alapján meghatározott diagnosztikai alternatívákat egy példán mutatjuk be. Az egyszerűség kedvéért két betegséget és két szimptómát választottunk a neuroendokrinológia köréből. A példából is látható, hogy az ítéletek felállítása mind orvosi, mind logikai szempontból milyen nagy körültekintést igényel. Az ítéletek a következők:

Ha a páciens pajzsmirigyének működése fokozott (S_1), akkor hyperthyerosisa van (D_1), vagyis

$$S_1 \supset D_1. \quad (7)$$

Ez az eset feltételezi, hogy hyperthyerosist diagnosztizálhatunk más okból is így pl. a pajzsmirigy hiánya esetén is fennállhat túlzott hormonkezelés következtében, vagy a pajzsmirigy jódraktározó-képességének csökkenése következtében, stb.

Ha a páciens szemgolyója kiemelkedik a szemüregből (S_2), akkor exophthalmusa van (D_2), vagyis

$$S_2 \supset D_2. \quad (8)$$

Ebben az esetben feltételeztük azt, hogy exophthalmus más esetben is lehetséges (pl. a szem nagyobb és fényesebb stb).

Fennállnak még a következő ítéletek:

$$S_1 \vee S_2 \supset D_1 \vee D_2, \quad (9)$$

amely feltételezi, hogy a szimptómák és a betegségek együtt és külön-külön is fennállhatnak,

továbbá

$$D_1 \wedge \neg D_2 \supset \neg S_2, \quad (10)$$

ami azt jelenti, hogy hyperthyrosisnak nem feltétlen velejárója az exophthalmus, és

$$D_2 \wedge \neg D_1 \supset S_2, \quad (11)$$

vagyis a hyperthyrosis klinikai és laboratóriumi jeleinek hiánya esetén is fennállhat az exophthalmus (malignus eset).

Mivel ezek az ítéletek az orvostudomány állítása szerint fennállnak, ezért írhatjuk, hogy

$$E = (S_1 \supset D_1) \wedge (S_2 \supset D_2) \wedge (S_1 \vee S_2 \supset D_1 \vee D_2) \wedge \\ \wedge (D_1 \wedge \neg D_2 \supset \neg S_2) \wedge (D_2 \wedge \neg D_1 \supset S_2). \quad (12)$$

Egy adott esetben a páciens $G(S_1, S_2)$ szimptómáiból az $f(D_1, D_2)$ betegség az E logikai függvényének igazságtáblázata alapján megállapítható, E táblázatból azokat az eseteket vesszük számításba, amelyeknél az E igaz logikai értékű. Így tehát egy kitüntetett diszjunktív normálalakot kapunk, vagyis az E függvénye előállítható

$$E = (\neg S_1 \wedge \neg S_2 \wedge \neg D_1 \wedge \neg D_2) \vee (\neg S_1 \wedge \neg S_2 \wedge D_1 \wedge \neg D_2) \vee \\ \vee (S_1 \wedge \neg S_2 \wedge D_1 \wedge \neg D_2) \vee (\neg S_1 \wedge S_2 \wedge \neg D_1 \wedge D_2) \vee \\ \vee (\neg S_1 \wedge \neg S_2 \wedge D_1 \wedge D_2) \vee (S_1 \wedge \neg S_2 \wedge D_1 \wedge D_2) \vee \\ \vee (\neg S_1 \wedge S_2 \wedge D_1 \wedge D_2) \vee (S_1 \wedge S_2 \wedge D_1 \wedge D_2) \quad (13)$$

alakban, amelyben a szimptómákat és a betegségeket megfelelően csoportosítottuk.

Így tehát példánkban az orvostudomány állítása szerint érvényes logikai szimptóma - betegség komplexumát ismerjük. Ha a páciens valamilyen jellemző szimptóma komplexumot mutat, a diagnózis komplexum előállítható. A páciens szimptóma komplexumának lehetőségei nyilvánvalóan csak az E függvény logikailag igaz értékéhez tartozhatnak. Így pl. legyen egy páciensünk, aki a

$$G = S_1 \wedge \neg S_2 \quad (14)$$

szimptomát mutatja. A függvényünk táblázatából megállapíthatóan a páciensnek a következő betegsége lehet:

$$f = (D_1 \wedge \neg D_2) \vee (D_1 \wedge D_2). \quad (15)$$

Tehát ha a páciens pajzsmirigyének működése fokozott és a szemgolyója nem emelkedik ki a szemüregből, akkor a páciensnek biztosan van hyperthyerosisa, de nem tudjuk, hogy van-e exophthalmusa. Ez külön vizsgálattal dönthető el.

Itt említjük meg, hogy nem vonhatjuk össze a szimptomák, ill. a betegségek formálisan összevonható ítéleteit pl.

$$f = (D_1 \wedge \neg D_2) \vee (D_1 \wedge D_2) = D_1 \quad (16)$$

szerint. Ugyanis, bár az azonosság fennáll, azonban itt számolni kell az orvosnak a D_2 betegség fennállásának lehetőségével is, ami ily módon elmaradna.

Írjuk fel az E ítéletet minimális elemszámú diszjunktív normálalakban.

A minimális diszjunktív normálalak:

$$E = (D_1 \wedge D_2) \vee (\neg S_1 \wedge S_2 \wedge D_2) \vee (\neg S_2 \wedge D_1) \vee (\neg S_1 \wedge \neg S_2 \wedge \neg D_2). \quad (17)$$

A minimális diszjunktív normálalak - mivel az eredeti állítás minden lehetséges esetét tartalmazza - az orvosi diagnosztika tudományában az esetek ilyen megfogalmazásának redundanciamentes alakja. Kérdés azonban, hogy pl. az orvosi irodalomban elégséges-e csupán ezeknek az eseteknek a leírása, mivel esetleg lényeges esetek - mint variánsok - az orvosban esetleg fel sem merülnek, ha külön nem hívják fel rá a figyelmét. Nyilvánvaló, hogy különösen tankönyvekben kell a tárgyalt anyag keretét úgy meghatározni, hogy a betegségek és szimptomák kapcsolataiból a minimális diszjunktív normálalakkal tárgyalható esetek számánál valamivel többet tartalmazzon. Ennek meghatározása didaktikai kérdéseket is felvet.

Logikai vizsgálatok, kibernetikai és számítástechnikai értékelések, az orvosi diagnosztika egzakt leírása egyaránt indokolják az orvostudomány ítéleteiből alkotott minimális diszjunktív normálalak előállítását.

Ismeretelméleti vonatkozásban kétségtelen, hogy az E függvény minimális diszjunktív normálalakja mint orvostudományi entitás a szükséges és elégséges igaz orvostudományi ismereteket nyújtja számunkra, minden további bővítés már redundanciát tartalmaz. A kitétetett diszjunktív normálalak mintermjei azonban az összes orvosi esetet explicité feltárják, s így módunk van minden egyes minterm gyakorlati előfordulását is ellenőrizni. Az egyes mintermek itéleteinek ellenőrzése esetleg egy új felfedezéshez vezet, ami szükségessé teszi az alapvető, kiindulásul választott logikai itéletek módosítását, ill. újabbakkal való kiegészítését, s ezen keresztül az egész logikai szerkezet megváltoztatását.

Egy adott esetben általában megvizsgálhatjuk azt, hogy az E orvostudomány itéletének ismeretében az adott G szimptóma komplexumból az f betegség komplexum következik-e, vagyis hogy teljesül-e az orvosi diagnózis megállapításának logikai folyamatára felírható

$$E \supset (G \supset f) \quad (18)$$

Itélet. Ez a következtetés a

$$G \supset f = Q \quad (19)$$

jelölés bevezetésével a feltételes szillogizmus

$$\frac{E \supset Q, E}{Q} \quad (20)$$

modus ponens alakjában írható fel. Ezt kell esetenként igazolni.

Carnap, Bar-Hillel és mások munkája nyomán H. Foerster bevezeti az itélet logikai erősségének fogalmát. Ez alatt a következőt értjük. Jelölje $N(t)$ egy Q itéletet hamissá, az $N(i,t)$ pedig igazzá vagy tévessé tevő összes módok számát. Az m számú logikai változóból álló, különböző itéleteket igazzá vagy tévessé tevő módok száma

$$N(i,t) = 2^m. \quad (21)$$

Egy Q itélet $I(Q)$ logikai erőssége definíció szerint

$$I(Q) = \frac{N(t)}{N(i,t)}, \quad (22)$$

illetőleg

$$I(Q) = 2^{-m} N(t). \quad (23)$$

Az eddigiékből látható, hogy

$$0 \leq I(Q) \leq 1. \quad (24)$$

Egyenlőség tautológia ($I(Q) = 0$) és ellentmondás ($I(Q) = 1$) esetén áll fenn.

Ezek szerint két ítélet közül erősebbnek mondjuk azt, amely az esetek többségében téves igazságértékű. Az olyan ítélet ugyanis, amely az alkotó logikai változók igazságértékeitől függetlenül csaknem mindig igaz, az előbbi elnevezés ellentétéként jogosan nevezhető logikailag gyengének. Az ilyen gyenge logikai erősségű ítéletek nagyon kevés információt tartalmaznak. Tautológia esetén mindig igaz az ítélet, éppen ezért számunkra semmit sem mond, logikai erőssége $I(Q) = 0$.

Nyilvánvaló, hogy a logikai erősség az ítéletek összetételéről, szerkezetéről nem ad felvilágosítást. Csupán azt tudjuk meg, hogy egy adott ítéletben mennyi a logikailag téves és az összes (igaz és téves) ítélet aránya. Önmagában véve azonban ez a felismerés is az ítéletek minőségének megítéléséhez vezet, hiszen valamely ítélet logikai erőssége a tautológia és az ellentmondás logikai erőssége között van (vagy éppen velük azonos). Egy összetett ítélet logikai erősségének kiszámításával megállapíthatjuk azt, hogy az alkotó rész-ítéleteinek logikai erősségétől mennyivel tér el, a logikai műveletek során gyengült, vagy erősödött a logikai erősség, amiből különböző következtetéseket vonhatunk le.

Az E orvostudományi ítéletet vizsgálva egyebek között a következőket állapíthatjuk még meg:

Az E orvostudományi ítélet említett képzéséből, valamint az igazságtáblázatából láthatóan, és általánosságban is megállapíthatóan a következőket mondhatjuk a logikai erősséggel kapcsolatban. Az E orvostudományi ítélet logikai erőssége nagyobb, vagy egyenlő, mint az öt konjunktív alkotó részítéletek logikai erőssége. Ez nyilvánvaló abból a tényből, hogy egy konjunktív ítélet logikailag téves már egyetlen tagjának téves értéke esetén.

Az orvostudományi E ítélet minimális diszjunktív normálalakjában a mintermek logikai erőssége nagyobb, vagy egyenlő az E ítélet logikai erősségénél. Ez nyilvánvaló abból a tényből, hogy az E logikailag téves akkor és csak akkor, ha a mintermek egyidejűleg tévesek.

A minimális diszjunktív normálalak mintermjelnek száma és mintermjeiben levő tagok száma kisebb, mint a kitüntetett diszjunktív normálalakban.

Az eltérések mértéke a terjedőségre jellemző. Példánkban a kétféle diszjunktív normálalak minterm számainak különbsége 4, a bennük levő tagok számának különbsége 22, vagyis az E függvény kitüntetett diszjunktív normálalakja a mintermek számát tekintve 100 %-os, a bennük levő tagok számát tekintve 220 %-os terjedőséget tartalmaz.

Az eddigiek alapján belátható, hogy bonyolultságuk miatt a sok logikai változót tartalmazó logikai szimptóma - betegség komplexum felállítása, és abból adott esetben valamely szimptómacsoport-hoz tartozó betegség alternatívák meghatározása csak számítógép segítségével lehetséges. Az ítélet logikai erősségének fogalma és a megállapított összefüggések a számítógépes diagnózis folyamatában használhatók fel, mely folyamatban ellenőrzésképpen állandóan figyelemmel kísérhetjük a logikai erősség alakulását a helyes logikai alternatívák meghatározásához.