

Kennisstructuur en hypothesevorming; verschillen tussen beginners en experts in de geneeskunde¹

H.P.A. Boshuizen, P.P.M. Hobus, E.J.F.M. Custers en H.G. Schmidt
*Rijksuniversiteit Limburg, Vakgroep Onderwijsontwikkeling en Onderwijsresearch**

ABSTRACT

This article discusses the structural changes in a person's medical knowledge base resulting from theoretical education and enduring practical experience. It describes the processes taking place resulting in a transition from network-like knowledge structures, requiring explicit reasoning, toward a script organisation that enables quick and flexible knowledge application in medical problem solving.

Three experiments are presented that illustrate these structural changes. Theoretical and educational implications of these findings are discussed.

INLEIDING

Het doel van medisch onderwijs is dat studenten grote hoeveelheden flexibele medische kennis verwerven met behulp waarvan bij patiënten aandoeningen kunnen worden gediagnostiseerd en zo mogelijk behandeld. In principe kan een dergelijk doel op velerlei wijzen bereikt worden. Men zou bijvoorbeeld kunnen proberen de studenten deze klinische kennis over diagnose en behandeling rechtstreeks, zonder speciale omwegen, bij te brengen. De meeste medische faculteiten in Nederland en daarbuiten verkiezen echter een andere, meer indirecte methode. Veelal wordt begonnen met wat beschouwd wordt als de 'basiswetenschappen' zoals anatomie en fysiologie. Deze zijn bedoeld om de studenten inzicht te geven in de normale structuur en functie van (delen van) het menselijk lichaam en in de wijze waarop deze structuur en functies gedurende een mensenleven veranderen. Vervolgens leren studenten hoe deze normale functies verstoord kunnen worden, bij voorbeeld door toedoen van externe invloeden zoals bacteria, virussen of toxische stoffen, door degeneratieve processen, of door nieuwvormingen (de algemene pathologie). Zij leren hoe deze processen op het lichaam inwerken en hoe het lichaam zich daartegen verweert en probeert het evenwicht te herstellen. Studenten hebben een aantal jaar nodig voordat zij deze basisvakken beheersen. In een basiscurriculum van vier jaar zal globaal gesproken twee jaar aan deze onderwerpen worden besteed. De algemene kennis over de normale structuur en functie, en algemene pathologie die in deze periode is verworven, vormt vervolgens het fundament voor de klinische vakken die daarna volgen. De klinische vakken betreffen specifieke aandoeningen, hun symptomatologie, pathofysiologie, epidemiologie, prognose en behandeling. In een dergelijk curriculum kan een student pas ervaring in de praktijk gaan opdoen wanneer deze (vermoedelijk) in voldoende mate de klinische kennis bezit die noodzakelijk is om aandoeningen bij patiënten te kunnen diagnostiseren en behandelen. Dan pas breekt de tijd aan dat de studenten hun kennis in de praktijk kunnen (leren) toepassen.

DE ONTWIKKELING VAN KENNISSTRUCTUREN

De ontwikkeling van de medische kennisstructuur weerspiegelt de standaard curriculumaanpak zoals die hierboven is beschreven. Uiteraard zal een drastisch andere curriculumaanpak tot een andere ontwikkeling van de kennis aanleiding geven. In de standardsituatie echter ontwikkelen

* Adres: Vakgroep Onderwijsontwikkeling en Onderwijsresearch, Postbus 616, 6200 MD Maastricht.

studenten eerst uitgebreide, geïntegreerde kennisnetwerken die na een aantal jaren studie bestaan uit vele duizenden concepten die ontleend zijn aan de basisvakken. Deze concepten zijn ondergebracht in conceptuele netwerken. Deze netwerken stellen de student in staat klinische teksten te begrijpen en over problemen te redeneren. Door op deze wijze de kennis actief toe te passen, groeit het aantal relaties tussen de concepten, worden de relaties verder versterkt, en neemt de coherentie toe. Bovendien vindt herstructurering van kennis plaats (Rumelhart & Norman, 1972). Boshuizen en Schmidt (1992) hebben in dit verband laten zien dat de herhaalde toepassing van biomedische kennis tijdens de vroege stadia van expertiseontwikkeling ertoe leidt dat deel-netwerken bestaande uit lagere-orde, detail concepten worden samengevat onder een kleiner aantal hogere-orde, vaak klinische concepten. De auteurs noemen dit proces "encapsulatie". Zij veronderstellen dat dit proces resulteert in gemakkelijk toegankelijke en flexibele kennisstructuren met korte zoekpaden (zie ook Schmidt en Boshuizen, in dit nummer). Deze hypothese is in overeenstemming met resultaten van Patel, Groen en Arocha (1990) die vonden dat experts die geconfronteerd worden met bekende problemen minder concepten gebruiken, die bovendien minder gedetailleerd zijn, dan experts die geconfronteerd worden met onbekende problemen. Kennis die in dergelijk routine problemen wordt toegepast, is reeds geëncapsuleerd, terwijl de kennis die toegepast wordt in casus waarmee men geen ervaring heeft (nog) niet is geëncapsuleerd. De resultaten van Boshuizen en Schmidt (1992) suggereren bovendien dat de gedetailleerde biomedische kennis die geëncapsuleerd is onder hogere-orde concepten beschikbaar blijft en weer teruggezocht kan worden wanneer dat nodig is. Zoiets kan bijvoorbeeld het geval zijn bij complexe problemen, of wanneer iemand iets moet uitleggen. Een voorbeeld van dit laatste zou het volgende kunnen zijn: In een onderzoek van Patel en Groen (1986) waarin ervaren artsen een casus diagnostiseerden, legde één van de experts (Expert #5) een directe verbinding tussen vermoedelijk druggebruik en 'endocarditis'. Wanneer deze expert ons zou moeten uitleggen waarom druggebruik tot endocarditis (een ontsteking van de binnenkant van het hart) kan leiden, dan zal deze de onderliggende kennis vermoedelijk meteen kunnen ontvouwen tot een keten van tenminste vijf proposities (zie figuur 1) en ons vertellen dat druggebruik vaak gepaard gaat met het gebruik van niet steriele naalden, waardoor bacteria in de bloedbaan kunnen worden gebracht, waardoor een sepsis en uiteindelijk een endocarditis kunnen ontstaan. Wanneer wij dan vervolgen vragen wat sepsis is, of waarom daarop een endocarditis kan volgen, dan zal de expert ook die delen van zijn kennisnetwerk verder ontvouwen en bij voorbeeld vertellen dat bij druggebruikers de hartkleppen vaak al enigszins beschadigd zijn, waardoor onregelmatigheden in de bloedstroom kunnen optreden, waardoor bacteria zich relatief gemakkelijk aan de aangetaste klep kunnen hechten, etc.

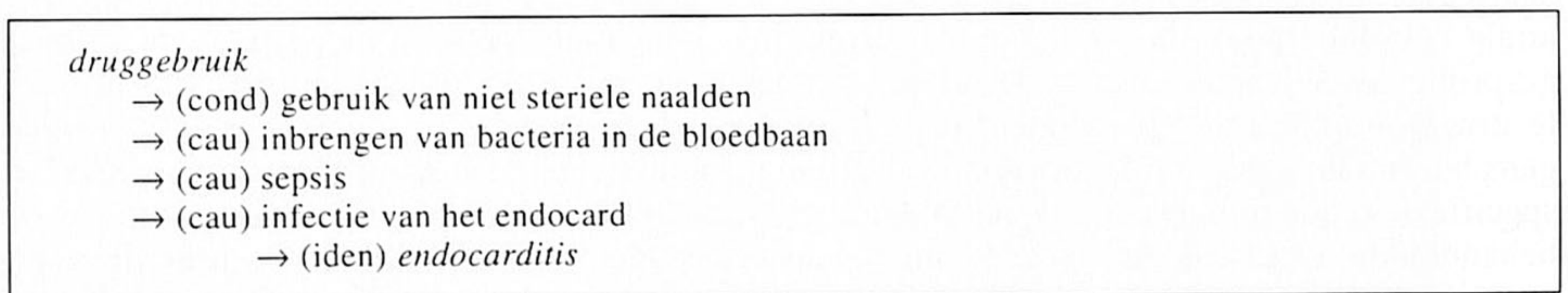


Fig. 1. De hogere-orde propositie [*druggebruik* → *endocarditis*] uiteengevouwen tot een keten van vijf micro-proposities.

Het concept 'encapsulatie' vertoont overeenkomsten met Anderson's notie 'compilatie' van kennis (Anderson, 1982). Het verschilt echter ook op een aantal essentiële punten. Anderson veronderstelt bij voorbeeld dat declaratieve kennis wordt omgezet in procedurele kennis. Wij gaan hier niet van uit. In plaats daarvan benadrukken we de verkorting van de zoekpaden, doordat de kenmerken van de probleemsituatie (bij voorbeeld de sociale situatie of het uiterlijk van de patiënt) rechtstreeks gekoppeld worden aan de uitkomst van het probleemoplossingsproces (de diagnose of een actieplan). In ons voorbeeld wordt druggebruik gekoppeld aan endocarditis. Dit verkortingsprincipe is ook bij compilatie zeer essentieel.

Terwijl de student vaardigheid verwerft in het klinisch redeneren, vindt gelijktijdig met kennisencapsulatie een ander proces plaats. Als studenten met echte patiënten worden geconfronteerd, wordt biomedische kennis omgezet in nieuwe structuren die vervolgens gebruikt zullen gaan worden om de toestand van een patiënt te begrijpen (Schmidt, Norman, & Boshuizen, 1990). Deze structuren noemen we 'ziektescripts', een vertaling van de term 'illness scripts' die door Feltovich en Barrows (1984) werd geïntroduceerd. Ziektescripts bevatten de klinische relevante kennis over een bepaalde aandoening, de signalen en symptomen ('Consequences') en de omstandigheden waaronder die bepaalde ziekte al dan niet tot ontwikkeling komt ('Enabling Conditions'). Verder bevatten ziektescripts enige noodzakelijke kennis omtrent de pathofysiologische oorzaken van een aandoening ('Fault').

Naar men aanneemt, ontwikkelen ziektescripts zich als gevolg van praktische ervaring. Daarom zullen de inhoud en structuur ervan veranderen onder invloed van toenemende praktische ervaring. Afhankelijk van de specifieke ervaring met bepaalde (klassen van) aandoeningen worden de Consequences en Enabling Conditions in een ziektescript verrijkt, nader gedetailleerd en gespecificeerd en beter afgestemd op de daagse praktijk, terwijl de geïncorporeerde causale en biomedische kennis verder wordt geëncapsuleerd.

In deze theorie wordt het oplossen van routine-problemen beschouwd als een proces van scriptactivatie, -instantiatie en -verificatie, waarbij geen sprake is van redeneren in de strikte, bewuste betekenis van het woord. Wanneer bijvoorbeeld een ervaren arts (een huisarts of een internist) met een patiënt te maken krijgt (man, 38 jaar, sinds zes jaar alcoholist, en klagend over heftige pijn bovenin de buik) dan komen er vrijwel automatisch een aantal hypothesen bij hem op (Boshuizen, 1989; zie ook Elstein, Shulman, & Sprafka, 1979). Andere informatie die vervolgens binnenkomt past wel of niet in de geactiveerde scripts, en na een paar extra gegevens zal één favoriet op de voorgrond komen, terwijl de minder waarschijnlijke naar de achtergrond verdwijnen (zie ook Pauker, Gorry, Kassirer, & Schwartz, 1976). Doorgaans zal hierbij geen sprake zijn van biomedisch redeneren. Experts in de geneeskunde hoeven niet te redeneren om uiteenlopende gegevens als alcoholisme, heftige pijn in de bovenbuik, geelzucht en een verhoogd serumamylase niveau te integreren. Zij 'weten' dat zo'n patiënt vermoedelijk aan pancreatitis zal lijden. Voor studenten daarentegen is een dergelijk probleem in het geheel geen routine. Zij moeten een redenering op basis van biomedische kennis opbouwen om er een coherente representatie van te kunnen vormen.

Doorgaans worden de eerste diagnostische hypothesen van een expert al in de eerste ogenblikken van een arts-patiënt contact gevormd (Elstein, Shulman, & Sprafka, 1979; Gale & Marsden, 1982), terwijl studenten meer informatie nodig hebben (Boshuizen, 1989; Joseph & Patel, 1987). In die eerste momenten van een consult wordt vaak alleen maar de klacht naar voren gebracht. Daarnaast heeft de arts echter nog andere informatiebronnen waarmee hij terdege rekening zal houden. De wijze waarop de patiënt gekleed is, het uiterlijk, en het dossier geven informatie over geslacht, leeftijd, ras, sociale klasse, medicatie, beroep, vroegere aandoeningen, operaties, etc. van de patiënt. In combinatie met de klacht lijkt dit soort informatie enige specifieke ziektescripts te activeren, die op hun beurt weer verwachtingen oproepen over verschijnselen en symptomen die bij anamnese, lichamelijk onderzoek en laboratoriumonderzoek gevonden zullen worden.

Deze analyse suggereert dat experts voordeel hebben van de informatie die ontleend wordt aan de context waarin de klacht wordt gepresenteerd (waar en door wie) en dat ziektescripts kunnen worden geactiveerd door een combinatie van de klacht en van context informatie die betrekking heeft op Enabling Conditions². Studenten hebben meer tijd en meer informatie nodig om hun hypothesen te activeren. Zij lijken niet in staat om deze context informatie ten volle te gebruiken; hun ziektescripts (als ze deze al hebben) kunnen niet gemakkelijk via deze weg worden geactiveerd.

Hobus, Schmidt, Boshuizen en Patel (1987) toetsten deze veronderstelling door aan ervaren huisartsen en net afgestudeerde basisartsen de informatie aan te bieden die reeds in de eerste momenten van een consult beschikbaar is (dit zijn de klacht en de context) en ze te vragen wat volgens hen de meest waarschijnlijke diagnose zou zijn. Bovendien gingen ze na welke infor-

matie men nog had onthouden. In dit onderzoek bleek dat experts betere diagnostische hypothesen genereerden en dat ze meer context informatie onthielden dan onervaren artsen. Deze combinatie van resultaten suggereert dat ervaren artsen meer gebruik maken van context informatie en daardoor betere hypothesen genereren, causaliteit is er echter niet mee bewezen.

Mocht er inderdaad sprake zijn van een causale relatie, dan nog kunnen meerdere processen hieraan ten grondslag liggen. Ten eerste kan het zijn dat de ziektescripts van experts rijker zijn dan die van (gevorderde) studenten; ze bevatten meer informatie omtrent de omstandigheden die ertoe leiden dat iemand een bepaalde aandoening oploopt en omtrent de symptomen van een dergelijke aandoening. Daarom hebben ze betere hypothesen en worden deze hypothesen eerder geactiveerd, zoals in andere onderzoeken bleek (Boshuizen, 1989; Joseph & Patel, 1987). Bovendien kunnen experts context informatie hierdoor beter onthouden, omdat hun ziektescripts meer slots hebben die overeenkomen met de aangeboden informatie. Een tweede hypothese, die de bevindingen van Hobus et al. zou kunnen verklaren, is dat de ziektescripts van experts en van studenten even rijk zijn, maar dat hun scripts verschillen in toegankelijkheid. Wellicht kunnen de ziektescripts van experts al via de Enabling Conditions worden geactiveerd, terwijl dit bij minder ervaren artsen slechts kan gebeuren via de Consequences, waarvan de klacht er één is.³ Enabling Conditions kunnen dan nog wel een rol spelen bij het beoordelen van een patiënt, maar alleen in de zin van bijkomende evidentie die een eerder gestelde hypothese meer of minder plausibel maakt. Door nu, zoals Hobus et al. deden eerst de context en dan de klacht aan te bieden zou de taak voor beginners op twee manieren worden bemoeilijkt. Ten eerste moet de context informatie gedurende langere tijd worden onthouden, totdat de klacht wordt vernomen. Dit leidt tot een belasting van het geheugen en het informatieverwerkingsproces met ongechunkte informatie. Hierdoor wordt zowel het onthouden van die informatie en het zoeken in het geheugen naar een passend script bemoeilijkt. Zowel de diagnose als de geheugenprestatie kunnen daardoor in negatieve zin worden beïnvloed.

Om deze twee alternatieve hypothesen te onderzoeken is een aantal experimenten uitgevoerd die in dit artikel zullen worden beschreven.

EXPERIMENT 1

Het eerste experiment is bedoeld om te onderzoeken of er een causale relatie bestaat tussen het gebruik van context informatie door ervaren artsen en hun superieure diagnostische prestaties. Als ervaren artsen meer gebruik maken van context informatie bij het genereren van diagnostische hypothesen, dan zal derhalve de kwaliteit van hun vroege hypothesen meer te lijden hebben van een drastische vermindering van die informatie dan die van hun onervaren collega's.

Methode

Aan het experiment werd door 16 ervaren huisartsen en 16 net afgestudeerde basisartsen deelgenomen. Om de hypothese te toetsen werden 18 casus geselecteerd uit een bestand van casusbeschrijvingen van echte patiënten met bekende diagnose. Van deze casus werden twee varianten gemaakt: één variant bevatte uitsluitende de klacht, de andere bevatte naast de klacht ook context informatie. De klacht werd gepresenteerd zoals deze oorspronkelijk door de patiënt zelf was verwoord. Een voorbeeld van een dergelijke klacht is: "Dokter, ik heb al twee dagen last van koude koorts. Ik lig soms te schudden in mijn bed." De context informatie werd overgebracht met behulp van een portret van de patiënt en diens groene kaart. Deze bevat onder meer informatie over het geslacht en de leeftijd van de patiënt, maar ook beroep, vroegere operaties, medicijngebruik, erfelijke aandoeningen, rook- en drinkgewoonten en de aantekeningen bij eerdere consulten. De 18 casus werden op dia's gepresenteerd. Bij de korte variant was dit er steeds één, die alleen de klacht bevatte; bij de lange variant waren het er steeds drie: een portret van de patiënt, diens groene kaart en de klacht. De helft van de proefpersonen kregen alleen de korte casus gepresenteerd, de andere kregen de langere, niet gereduceerde variant. De vraag aan hen was steeds de meest waarschijnlijke diagnostische hypothese te noemen.

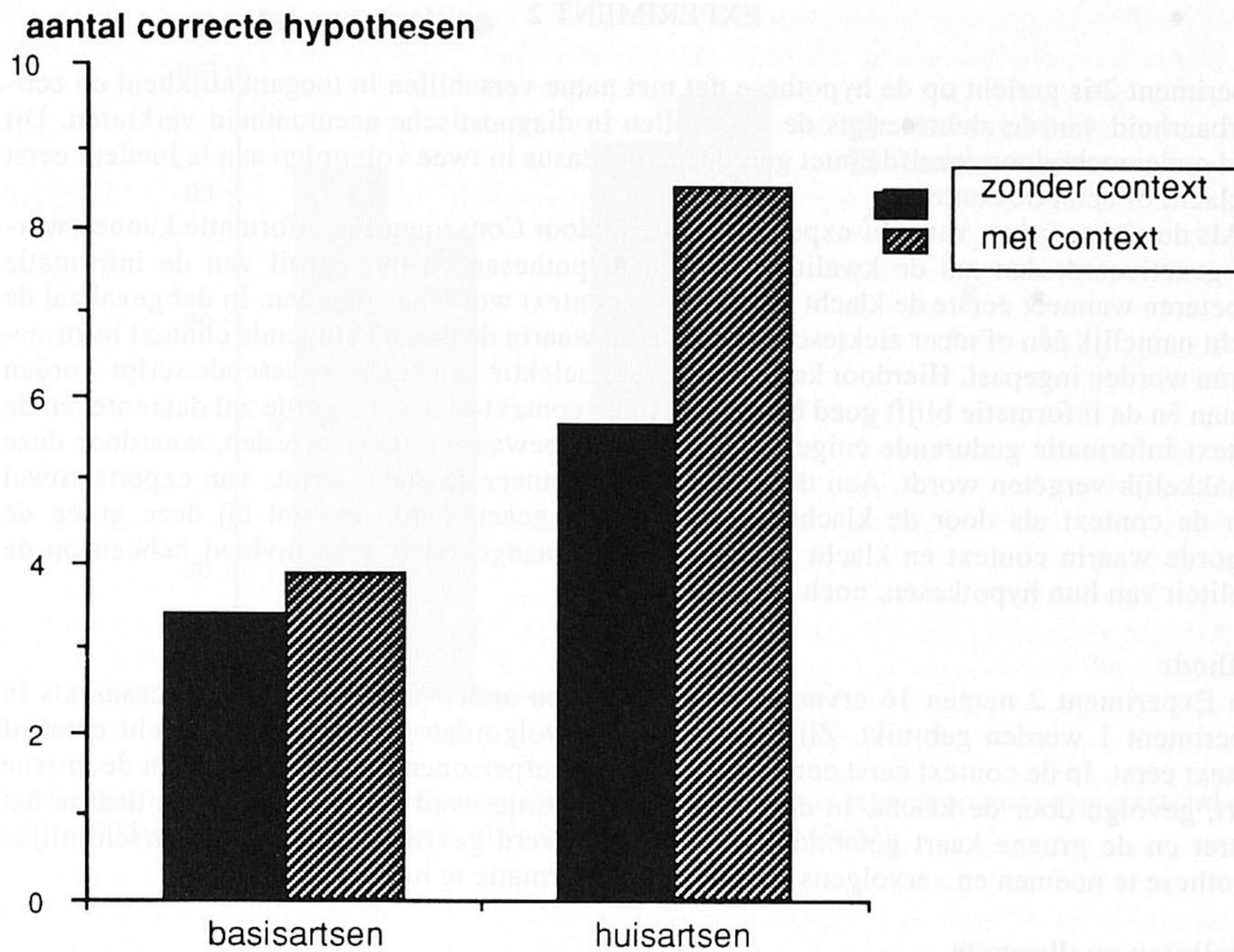


Fig. 2. Gemiddeld aantal juiste diagnostische hypothesen die gegenereerd werden door ervaren en onervaren artsen als respons op gereduceerde (zonder context) en niet gereduceerde (met context) casusinformatie.

Resultaten en discussie

Figuur 2 laat zien dat de experts meer correcte hypothesen genereerden dan de onervaren artsen ($F(1, 28) = 28.51$; $p < .001$). Dit was met name het geval wanneer zij naast de klacht ook context informatie hadden ontvangen (context: $F(1, 28) = 15.33$; $p < .001$; context * expertiseniveau: $F(1,28) = 4.56$; $p = .04$).

Deze resultaten suggereren dat onervaren artsen nauwelijks gebruik maken van context informatie in tegenstelling tot experts; presentatie van context informatie leidt ertoe dat de prestatie van experts met 50% verbetert, tegenover 12% bij de beginnende artsen. De data suggereren bovendien dat ervaren artsen betere "klachtenkennis" hebben. Zelfs wanneer zij alleen de klacht vernemen, genereren ervaren artsen betere hypothesen dan onervaren artsen. De resultaten duiden er dus op dat er bij ervaren artsen een causaal verband bestaat tussen het gebruik van context informatie en de kwaliteit van hun diagnostische hypothesen. Er kan echter nog geen uitsluitsel worden gegeven over de vraag aan welke kenmerken van de gebruikte kennisstructuren dit verschijnsel kan worden toegeschreven. Verschillen de ziektescripts van ervaren en onervaren artsen vooral in rijkdom of in toegankelijkheid? De huidige informatie kan hierin geen uitsluitsel geven.

EXPERIMENT 2

Experiment 2 is gericht op de hypothese dat met name verschillen in toegankelijkheid en activeerbaarheid van de ziektescripts de verschillen in diagnostische accuraatheid verklaren. Dit werd onderzocht door dezelfde, niet gereduceerde, casus in twee volgorden aan te bieden: eerst de klacht of eerst de context.

Als de ziektescripts van niet-experts uitsluitend door Consequences informatie kunnen worden geactiveerd, dan zal de kwaliteit van hun hypothesen en hun recall van de informatie verbeteren wanneer eerste de klacht en daarna de context wordt aangeboden. In dat geval zal de klacht namelijk één of meer ziektescripts activeren waarin de daarna volgende context informatie kan worden ingepast. Hierdoor kan én een goede selectie van het best passende script worden gedaan én de informatie blijft goed behouden. In de context-klacht volgorde zal daarentegen de context informatie gedurende enige tijd ongechunkt bewaard moeten worden, waardoor deze gemakkelijk vergeten wordt. Aan de andere kant, wanneer de ziektescripts van experts zowel door de context als door de klacht kunnen worden geactiveerd, dan zal bij deze groep de volgorde waarin context en klacht informatie wordt aangeboden geen invloed hebben op de kwaliteit van hun hypothesen, noch op de recall.

Methode

Aan Experiment 2 namen 16 ervaren en 16 onervaren artsen deel. Dezelfde 18 casus als in Experiment 1 werden gebruikt. Zij werden in twee volgorden gepresenteerd: klacht eerst of context eerst. In de context eerst conditie zagen de proefpersonen eerst het portret en de groene kaart, gevolgd door de klacht. In de klacht eerst conditie werd eerst de klacht en daarna het portret en de groene kaart getoond. Proefpersonen werd gevraagd de meest waarschijnlijke hypothese te noemen en vervolgens zich de casusinformatie te herinneren.

Resultaten en discussie

Figuur 3 laat zien dat de experts net als in Experiment 1 meer accurate hypothesen genereerden

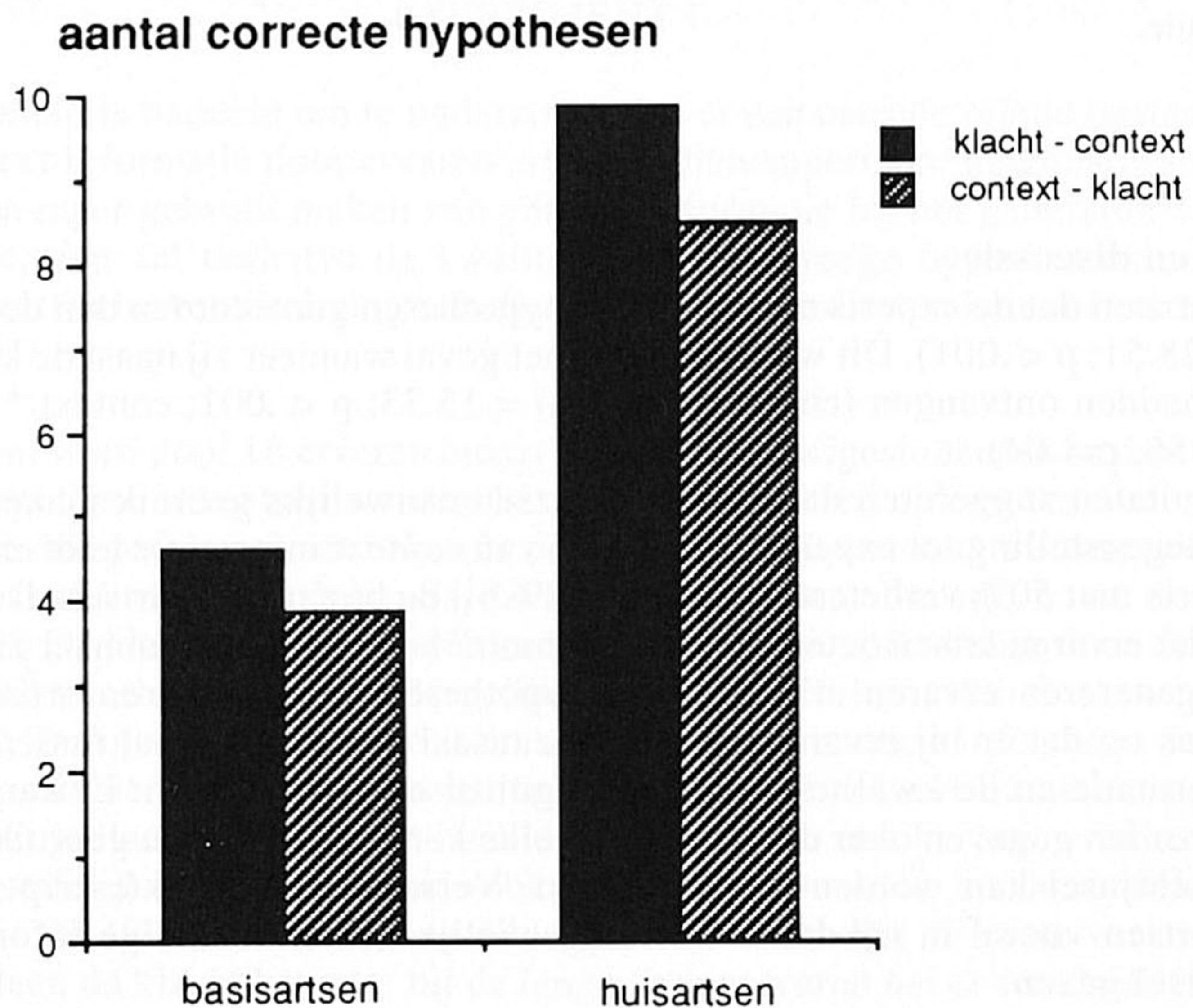


Fig. 3. Gemiddeld aantal accurate hypothesen gegenereerd door ervaren en onervaren artsen in respons op casus gepresenteerd met de klacht eerst (klacht-context), of de context eerst (context-klacht).

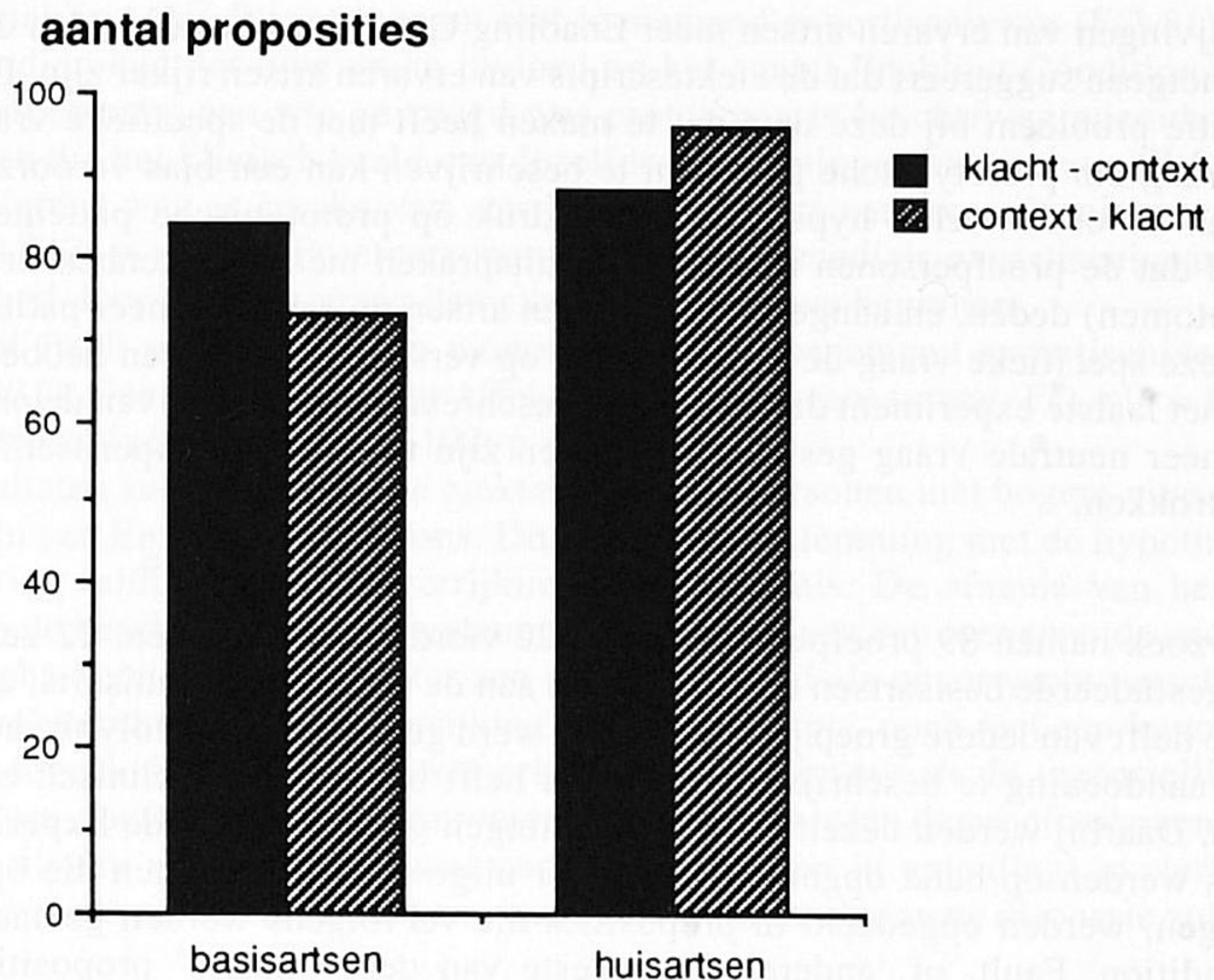


Fig. 4. Recall van casus informatie door ervaren en onervaren artsen in respons op casus gepresenteerd met de klacht eerst (klacht-context), of de context eerst (context-klacht).

dan de onervaren artsen ($F(1,28) = 31.45$; $p < .001$). Presentatievolgorde had daarentegen geen effect op de prestaties van de proefpersonen ($F(1,28) = 1.46$; $p = .24$). Er werden ook geen interacties gevonden ($F(1,28) = .126$; $p = .73$). Figuur 4 laat zien dat de experts zich ook meer herinnerden ($F(1,28) = 5.28$; $p < .05$). Ook bij de recall was er geen sprake van een hoofd- of interactie-effect van presentatievolgorde (presentatievolgorde: $F(1,28) = .07$; $p = .80$; presentatievolgorde * expertiseniveau: $F(1,28) = 2.49$; $p = .13$). Deze resultaten vormen geen ondersteuning voor de voorspelling dat beginnende artsen beïnvloed worden door variaties in de presentatievolgorde, terwijl experts dat niet worden. Zij zijn in tegenspraak met de theorie dat de ziektescripts van beginnende en ervaren artsen niet verschillen in inhoud maar wel in toegankelijkheid. Het feit dat experts in beide gevallen meer informatie onthouden dan niet-experts is daarentegen in overeenstemming met de hypothese dat de ziektescripts van ervaren en onervaren artsen verschillen in rijkdom en detail ten aanzien van de Enabling Conditions.

Alhoewel deze resultaten betreffende recall en hypothese generatie eensluidend zijn, zijn ze niet voldoende. Om meer zekerheid omtrent onze hypothesen te verkrijgen is meer, convergerende informatie nodig, bij voorkeur gebaseerd op een meer directe meting van de structuur van schema's. Daarom werd Experiment 3 uitgevoerd.

EXPERIMENT 3

Experiment 3 richt zich op de hypothese dat de ziektescripts van experts rijker zijn (waar het de Enabling Conditions betreft) dan de ziektescripts van beginnende artsen. In dit experiment wordt een methode gebruikt die ontleend is aan een onderzoek van Hobus, Boshuizen en Schmidt (1990) die ervaren en onervaren artsen vroegen de prototypische patiënten met een specifieke aandoening te beschrijven. Een dergelijke prototype beschrijving kan beschouwd worden als een directe uitlezing van het script (Abelson, 1981). De resultaten van Hobus et al. lieten zien

dat de beschrijvingen van ervaren artsen meer Enabling Conditions bevatten dan die van onervaren artsen, hetgeen suggereert dat de ziektescripts van ervaren artsen rijker zijn. Er was echter een interpretatie probleem bij deze data dat te maken heeft met de specifieke vraag die werd gesteld. De vraag om prototypische patiënten te beschrijven kan een bias veroorzaakt hebben ten gunste van de onderzochte hypothese. De nadruk op prototypische patiënten kan ertoe hebben geleid dat de proefpersonen relatief meer uitspraken met patiëntenbeschrijvingen (tegenover symptomen) deden, en aangezien de ervaren artsen nu eenmaal meer patiënten hebben gezien, kan deze specifieke vraag de twee groepen op verschillende wijzen hebben beïnvloed. Daarom is in het laatste experiment dat hier wordt beschreven aan de helft van de proefpersonen een andere, meer neutrale vraag gesteld. Bovendien zijn twee lagere expertiseniveaus in het onderzoek betrokken.

Methodes

Aan dit onderzoek namen 89 proefpersonen deel: 22 vierdejaars studenten, 22 zesdejaars studenten, 23 afgestudeerde basisartsen die deelnamen aan de opleiding tot huisarts, en 22 ervaren huisartsen. De helft van iedere groep proefpersonen werd gevraagd de prototypische patiënt met een bepaalde aandoening te beschrijven, de andere helft beschreef het klinisch beeld van die aandoeningen. Daarbij werden dezelfde 18 aandoeningen gebruikt als in de Experimenten 1 en 2. De reacties werden op band opgenomen en later uitgewerkt. De teksten die op deze wijze waren verkregen, werden opgedeeld in proposities die vervolgens werden geclassificeerd als Enabling Condition, Fault, of 'andere'. De meeste van deze 'andere' proposities betroffen Consequences of behandeling van de patiënt.

Resultaten en discussie

Het totaal aantal proposities dat door proefpersonen van verschillend expertiseniveau werd gegenereerd, verschilde niet ($F(3,81) = 1.759$; $p = .18$); ook de twee typen vragen hadden geen invloed op de verbositeit van de proefpersonen ($F(1,81) = .309$; $p = .58$). Figuur 5 laat zien dat

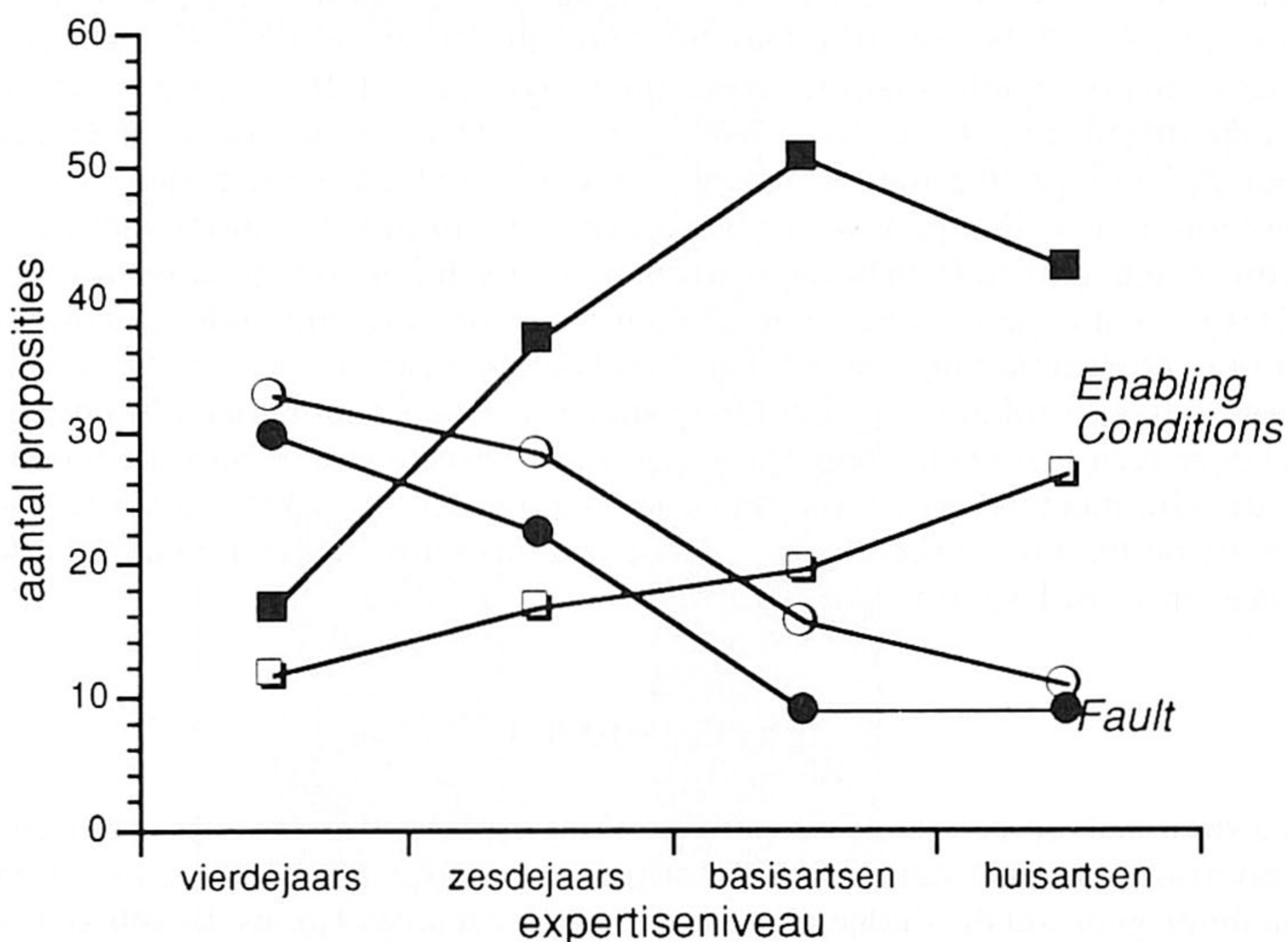


Fig. 5. Aantal Enabling Conditions en Fault proposities in de beschrijvingen van prototypische patiënten of klinische beelden (■● = prototypische patiënt, □○ = klinisch beeld).

het aantal Enabling Conditions toenam met toenemend expertiseniveau ($F(3,81) = 8.119$; $p < .001$). Bovendien had het type vraag invloed op het aantal Enabling Conditions dat werd genoemd. Proefpersonen aan wie gevraagd was prototypen te beschrijven noemden er meer dan proefpersonen die het klinisch beeld van dezelfde aandoeningen beschreven ($F(1,81) = 28.154$; $p < .001$). Verder was er sprake van een interactie-effect van expertiseniveau en type vraag ($F(3,81) = 2.617$; $p = .05$): Proefpersonen van een intermediair expertiseniveau werden veel meer beïnvloed door het type vraag dan experts en relatieve beginners.

Het aantal Fault proposities nam monotoon af met toenemend expertiseniveau ($F(3,81) = 7.873$; $p < .001$). Geen van de overige effecten was significant (vraag: $F(1,81) = 1.465$; $p = .23$; vraag * expertiseniveau: $F(3,81) = .102$; $p = .96$).

Deze resultaten suggereren dat de ziektescripts van personen met hogere niveaus van expertise rijker zijn aan Enabling Conditions. Dit is in overeenstemming met de hypothese dat toenemende ervaring leidt tot verdere verrijking van de kennis. De afname van het aantal Fault uitspraken in de beschrijvingen ondersteunt de hypothese van een toenemende encapsulatie van de biomedische kennis. Er trad echter een even opvallend als onverwacht verschijnsel op, dat noch met een hypothese omtrent verrijking van ziektescripts, noch met een hypothese omtrent veranderde toegankelijkheid van ziektescripts direct te rijmen valt. In tegenstelling tot de studenten in de pre-doctoraal fase en de ervaren huisartsen, werden de proefpersonen van een meer intermediair niveau van expertise (met name de huisartsen in opleiding) in sterke mate beïnvloed door de aard van de vraag die hen werd gesteld. In de algemene discussie zullen we hierop terugkomen.

ALGEMENE DISCUSSIE

De drie experimenten die hierboven werden beschreven hebben een aantal fenomenen laten zien: a) Experts hebben meer voordeel van context informatie bij het genereren van hypothesen dan minder ervaren personen; b) veranderingen in de volgorde waarin informatie wordt aangeboden, hebben een gelijk effect op de activatie van ziektescripts van ervaren en onervaren artsen; c) experts herinneren zich meer context informatie dan onervaren artsen; d) expertise ontwikkeling gaat gepaard met een toename van het aantal gerapporteerde Enabling Conditions en een afname van het aantal Fault proposities; en e) de door vierdejaars studenten en ervaren artsen gedane beschrijvingen van prototypen en klinische beelden, voor zo ver het de Enabling Conditions betreft, zijn meer aan elkaar gelijk dan de twee soorten beschrijvingen die door co-assistenten en huisartsen in opleiding worden gegenereerd.

Deze resultaten suggereren dat praktische ervaring aanleiding geeft tot duidelijke veranderingen in de ziektescripts. Ten eerste worden de ziektescripts steeds gemakkelijker door context informatie geactiveerd. Verder bleek dat dit fenomeen niet zo zeer werd veroorzaakt door een verschuiving in het soort van informatie dat instaat is een script te activeren, maar door een verrijking van de scripts met Enabling Conditions voor een aandoening. Deze conclusie wordt echter gecompliceerd, doordat een aantal andere resultaten niet zonder meer in deze conclusies kunnen worden ingepast. Het eerste probleem is dat personen van verschillend expertiseniveau niet in gelijke mate worden beïnvloed door de bewoordingen van een vraag die tot scriptuitlezing zouden moeten leiden: Proefpersonen van intermediair expertiseniveau noemden opmerkelijk veel meer Enabling Conditions wanneer hen werd gevraagd prototypische patiënten te beschrijven dan wanneer ze klinische beelden beschreven, terwijl de verschillende vraagvormen nauwelijks enig effect hadden op de vierdejaars studenten en de ervaren artsen. Ten tweede moet verklaard worden waarom het aantal gerapporteerde Enabling Conditions van een aandoening toeneemt met de ervaring, terwijl onervaren artsen toch geen voordeel bleken te hebben van context informatie bij het genereren van vroege hypothesen omtrent een mogelijke aandoening bij een patiënt. Blijkbaar kunnen personen van intermediair expertiseniveau de Enabling Conditions van een specifieke aandoening identificeren (vooral wanneer de vraag hen daartoe direct aanzet), lang voordat dit soort van informatie al in een zeer vroeg stadium van een arts-patiënt contact relevante ziektescripts kan activeren. Aan deze discrepantie kunnen een aantal

verschillende redenen ten grondslag liggen. Een mogelijkheid is dat de Enabling Conditions die door huisartsen in opleiding worden genoemd nog niet voldoende zijn afgestemd op de alledaagse epidemiologie van de huisartspraktijk. Het is echter heel moeilijk deze hypothese te onderzoeken, aangezien Enabling Conditions meestal niet systematisch in de tekstboeken worden beschreven. Een andere reden voor deze discrepantie kan zijn dat de interne structuur van de ziektescripts van personen van intermediair expertiseniveau nog niet geheel stabiel is. Dit zou ertoe kunnen leiden dat de vraag om een prototype of een klinisch beeld te beschrijven leidt tot ziektescript constructie in plaats van rechtstreekse uitlezing van een stabiele cognitieve structuur. Experts hebben daarentegen meer stabiele en coherente kennisstructuren dan intermediairen. Dergelijke doorwrochte kennisstructuren zouden in hun geheel kunnen worden geactiveerd. Daarom maakt het ook niet uit wat voor vraag hen precies wordt gesteld: in beide gevallen wordt exact dezelfde kennis geactiveerd. Deze tweede verklaring sluit goed aan bij de bevinding dat het aantal genoemde Fault proposities afnam met een toenemend expertiseniveau. Fault proposities betreffen de pathofysiologie die ten grondslag ligt aan de symptomen van een aandoening. Volgens Feltoich en Barrows (1984) wordt de biomedische kennis gebruikt om het aantal mogelijke combinaties van Enabling Conditions en Consequences van een aandoening in te perken. Met een toenemend expertiseniveau wordt deze kennis geëncapsuleerd onder hogere-orde concepten en worden stabiele scripts gevormd. Hierdoor is het niet langer noodzakelijk om hele redeneerketens op te zetten en daarmee de verschillende onderdelen van zo'n script aan elkaar te koppelen en op elkaar af te stemmen. Deze analyse van de beschikbare data brengt ons tot de conclusie dat het toenemende gebruik van context informatie bij het activeren van ziektescripts misschien niet alleen een gevolg is van scriptverrijking, maar dat een interne herstructurering van de componenten van ziektescripts ook een rol kan spelen.

Samenvattend kunnen we concluderen dat de resultaten die in dit artikel worden gerapporteerd suggereren dat toenemende expertise gepaard gaat met kennisencapsulatie en scriptvorming, -herstructurering en -verrijking.

De kennisontwikkeling en structurele veranderingen die in dit hoofdstuk zijn beschreven, zijn een gevolg van theoretisch onderwijs en ervaringen in de praktijk. Zoals bekend bestaat het medisch onderwijs in Nederland globaal gesproken uit twee delen. Traditioneel vindt in de periode voor het doctoraal vooral de theoretische scholing plaats, terwijl in de co-schappenfase vooral de praktische ervaring moet worden opgedaan. Deze strikte scheiding wordt echter meer en meer doorbroken. Aan de Rijksuniversiteit Limburg wordt sinds de oprichting van de medische faculteit gewerkt met simulatiepatiënten, vinden korte stages in de eerste- en tweedelijnsgezondheidszorg plaats en wordt momenteel een onderwijsvorm ontwikkeld waarbij studenten vanaf het tweede jaar gekoppeld worden aan een huisartspraktijk, waar zij enige malen per maand ervaringen in de praktijk kunnen opdoen. Ook aan andere universiteiten, zoals de Universiteit van Amsterdam en de Rijksuniversiteit Groningen worden dergelijke initiatieven ontplooid. In dit laatste deel willen wij stil staan bij de drie typen kennisverandering die in het beschreven model voorkomen en nagaan welke functie theoretische scholing en ervaring daarin vervullen.

Voor de ontwikkeling van geïntegreerde kennisnetwerken is het in de eerste plaats noodzakelijk dat de student veel theoretische kennis opdoet. Om de gewenste integratie te bewerkstelligen, is het daarnaast wenselijk dat de student daarbij zicht heeft op de praktische problemen waarvoor hij of zij die kennis opdoet en daarin ook enige oefening krijgt. Voor de encapsulatie van de biomedische kennis is het noodzakelijk dat studenten hun kennis actief toepassen in de context van diagnose en behandeling. Het is moeilijk te zeggen of daarvoor echte patiënten nodig zijn of dat simulatiepatiënten hetzelfde cognitieve effect kunnen bewerkstelligen. Het voordeel van simulatiepatiënten is dat dergelijke ervaringen al in een vroeg stadium van de opleiding geïntroduceerd kunnen worden. Echte ervaring met echte patiënten is echter de eerste en enige methode om ziektescripts te verrijken, te verfijnen en af te stemmen op de werkelijkheid. In dat opzicht is de ervaring met echte patiënten onvervangbaar (zie ook Boshuizen & Schmidt, 1993, in druk).

Een andere vraag is of dit soort praktische ervaring die vooral tijdens de co-schappen wordt opgedaan, voldoende is om tot een verdere ontwikkeling van de kennis in de gewenste richting te komen, of dat niet alleen de praktijk in het theoretische deel van de opleiding moet worden binnengebracht, maar ook de theoretische opleiding verder geïntegreerd moet worden in het praktijkdeel. Ons eigen onderzoek en onderzoek van auteurs als Collins en zijn collega's (Collins, 1990) over het verwerven van robuuste kennis suggereert dat het laatste het geval is. In ons eigen onderzoek (Boshuizen & Schmidt, 1992) bleek dat studenten gedurende de co-assistent-schappen een drastische verandering in het gebruik van hun kennis vertoonden. Voor aanvang van de co-schappen gebruikten zij met name biomedische kennis in hun klinische redeneringen, nu schakelen zij over op de toepassing van kennis van de klinische vakken, terwijl deze nog lang niet voldoende is en ook nog niet geïntegreerd is met de biomedische kennis. Als de studenten in dit stadium uitsluitend ervaringskennis verwerven, lopen zij het risico dat ze een grote hoeveelheid gesitueerde kennis opbouwen die niet verbonden is met de theoretische, algemene, biomedische kennis. Het werk van Leinhardt (1987) maakt duidelijk hoe inflexibel dit soort van kennis kan zijn. Daarom menen wij dat ook in dit stadium van de ontwikkeling verder theoretisch onderwijs noodzakelijk is. Dit onderwijs dient dan met name gericht te zijn op de integratie van algemene biomedische kennis en op ervaring gebaseerde kennis, zodat robuuste medische kennis ontstaat.

NOTEN

1. Dit artikel is gebaseerd op een voordracht gehouden ter gelegenheid van de NATO advanced research workshop, *Advanced Models of Cognition for Medical Training and Practice*, 1991, Castelvecchio Pascoli, Italië. Voorbereiding van dit artikel is mogelijk gemaakt door een Spencer grant van de National Academy of Education aan H.P.A. Boshuizen.
2. We maken in dit artikel onderscheid tussen Enabling Conditions en Contextuele Informatie. Enabling Conditions zijn onderdeel van een kennisstructuur (een ziektescript) en zijn dus zelf ook kennis. Context(uele) Informatie kan betrekking hebben op de Enabling Conditions van een bepaalde aandoening, maar kan er ook niets mee hebben te maken. Het gegeven dat iemand reeds twee maal een been heeft gebroken is niet relevant wanneer deze nu klaagt over oorpijn; maar is van het grootste belang wanneer de gedachten in de richting van een bot- of stofwisselingsziekte gaan.
3. De aanname dat Enabling Conditions een ziektescript kunnen activeren is niet geheel vanzelfsprekend. De meeste modellen die het genereren van diagnostische hypothesen beschrijven zijn gebaseerd op de veronderstelling dat het genereren en toetsen van hypothesen volledig gestoeld is op 'harde' gegevens zoals symptomen en labwaarden. Andere gegevens zijn slechts bijkomend en kunnen niets bewijzen (cf. Pauker et al., 1976).

LITERATUUR

- Abelson, R.P. (1981). Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, 36, 715-729.
- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Boshuizen, H.P.A. (1989). *De ontwikkeling van medische expertise; een cognitief-psychologische benadering*. Academisch proefschrift Rijksuniversiteit Limburg. Haarlem: Thesis.
- Boshuizen, H.P.A., & Schmidt, H.G. (1993, in druk). Teaching clinical reasoning to medical students. In: Higgs, J., & Jones, M.A. (Eds.) *Clinical reasoning skills*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Boshuizen, H.P.A. & Schmidt, H.G. (1992). The role of biomedical knowledge in clinical reasoning by experts, intermediates and novices. *Cognitive Science*, 16, 153 -184.
- Collins, A. (1990). Generalizing from situated knowledge to robust understanding. Paper gepresenteerd ter gelegenheid van the Annual Conference of the American Educational Research Association. Boston, MA.
- Elstein, A. S., Shulman, L. S., & Sprafka, S. A. (1978). *Medical problem solving, an analysis of clinical reasoning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Feltovich, P. J., & Barrows, H. S. (1984). Issues of generality in medical problem solving. In H. G. Schmidt, & M. L. De Volder (Eds.), *Tutorials in problem-based learning; A new direction in teaching the health professions*. (pp. 128-142). Assen: Van Gorcum.

- Gale, J., & Marsden, P. (1982). Clinical problem solving: the beginning of the process. *Medical Education*, 16, 22-26.
- Hobus, P. P. M., Boshuizen, H. P. A., & Schmidt, H. G. (1990). Expert-Novice Differences in the Mental Representations of Patient Prototypes. Paper gepresenteerd ter gelegenheid van de 2nd International Symposium on Problem-based Learning. Yogyakarta, Indonesia: October 1990.
- Hobus, P.P.M., Schmidt, H.G., Boshuizen, H.P.A., & Patel, V.L. (1987). Contextual factors in the activation of first diagnostic hypotheses: expert-novice differences. *Medical Education*, 21, 471-476.
- Joseph, G., & Patel, V. L. (1987). Domain knowledge and medical problem solving: An on-line analysis. Paper gepresenteerd ter gelegenheid van the Annual Conference of the American Education Research Associations. Washington, D. C. Montreal: McGill University. (Report CME87-CS9).
- Leinhardt, G. (1987). Situated knowledge: An example from teaching. Paper gepresenteerd ter gelegenheid van the Annual Conference of the American Educational Research Association. Washington, DC.
- Patel, V. L., & Groen, G. J. (1986). Knowledge-based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science*, 10, 91-110.
- Patel, V. L., Groen, G. J., & Arocha, J. F. (1990). Medical expertise as a function of task difficulty. *Memory and Cognition*, 18, 394-406
- Pauker, S. G., Gorry, G. A., Kassirer, J. P., & Schwartz, W. B. (1976). Towards the simulation of clinical cognition. *The American Journal of Medicine*, 60, 981-996.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1978). Accretion, tuning, and restructuring; Three modes of learning. In J. W. Cotton, & R. L. Klatzky (Eds.), *Semantic factors in cognition*. (pp. 37-53). Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmidt, H. G., Norman, G. R., & Boshuizen, H. P. A. (1990). Cognitive research on clinical reasoning: theory and implications. *Academic medicine*, 65(10), 611-621.

Manuscript ontvangen 17-3-1993

Definitieve versie ontvangen 8-6-1993