

## GASTON, de elektronische ondersteuning voor zorgprofessionals

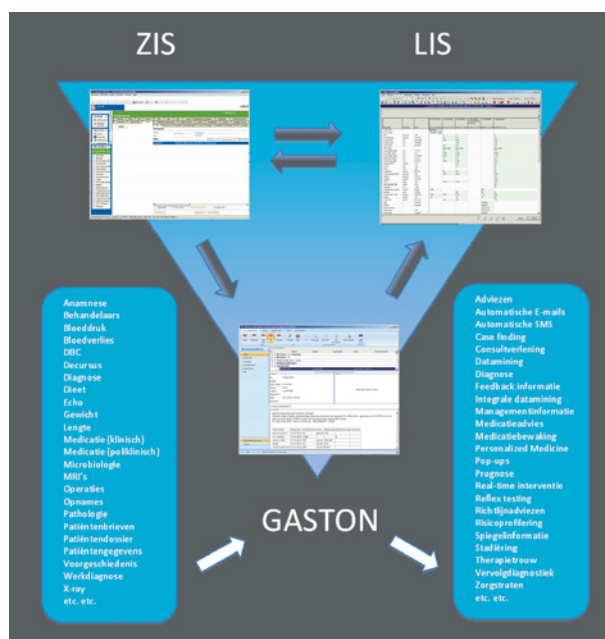
M. van BERKEL\*, A. WASYLEWICZ<sup>‡</sup>, H.G. KREEFTENBERG<sup>#</sup> en A.-K. BOER\*

De medische zorg is voortdurend in ontwikkeling. Enerzijds komen er steeds meer diagnostische mogelijkheden bij en anderzijds groeit de beschikbare informatie exponentieel en is steeds lastiger te overzien. Parallel daaraan wordt verwacht dat steeds meer medische behandel richtlijnen in de klinische praktijk worden geïmplementeerd. Inmiddels is er zoveel patiëntgerelateerde informatie beschikbaar, dat het voor de medisch specialist vaak lastig is om deze op het juiste moment terug te vinden. In het Catharina ziekenhuis moet een arts bijvoorbeeld meer dan 40 tabbladen openen om alle beschikbare informatie te kunnen inzien. Er is altijd behoefte om op het juiste moment, de benodigde informatie beschikbaar te hebben. Bovendien helpt het integreren van enkelvoudige patiënt gerelateerde gegevens tot klinisch bruikbare informatie de medisch specialist verder om kwalitatief betere en efficiëntere zorg te verlenen. Automatische ondersteuning bij het inzetten en interpreteren van medische diagnostiek en medicatiebewaking kan daarbij een belangrijke tool worden voor de medisch specialist.

Ondersteuning bij deze taken door de huidige generatie ziekenhuisinformatiesystemen (ZIS) en laboratorium informatiesysteem (LIS) is echter beperkt. De laboratoria hebben al veel ervaring met het integreren van meetresultaten tot klinisch bruikbare informatie, maar doorgaans betreft het enkel de integratie van gegevens die in het LIS aanwezig zijn (bijvoorbeeld VALAB en Labrespond (1, 2)). Het integreren van informatie dat buiten het domein van het LIS is opgeslagen, is relatief onontgonnen gebied. Ook voor de ziekenhuisapotheker is er binnen het ZIS beperkte medicatiebewaking mogelijk (basic decision support; (4)). Doordat binnen een ZIS slechts gekeken wordt naar één geneesmiddel tegelijk en de beschikbare individuele klinische gegevens van patiënten niet of nauwelijks worden gebruikt, ontstaat er een grote hoeveelheid overbodige medicatiebewaking meldingen (> 95%) en ontbreken andere wél relevante meldingen (3). Hoewel er binnen een ZIS doorgaans wel mogelijkheden zijn om te programmeren, zitten veel ZIS leveranciers niet te wachten om individuele behoeften in hun pakket in te bouwen. Bovendien gaat een dergelijke

specifieke data-integratie vaak ten koste van de performance van het ZIS.

Het gebruik van externe software die flexibel, maar toch robuust is, biedt dan uitkomst. Een nieuwe generatie beslissingsondersteunend systeem (Advanced computerized clinical decision support systems (aCCDSS)) kan geïntegreerd omgaan met de in het ZIS beschikbare patiënt specifieke gegevens (4). Samen met de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), ontwikkelde het Catharina Ziekenhuis het beslissingsondersteunende systeem GASTON (Medecs BV) (5). Door communicatie met het ZIS, kan GASTON middels de decision support module alle ongecodeerde data ontsluiten. Hierbij kan worden gedacht aan standaard patiëntgegevens (naam, geboortedatum, geslacht), maar ook patiënt gerelateerde metingen (bloeddruk, polsfrequentie, gewicht), laboratoriumuitslagen, voorgeschreven medicijnen en schriftelijke rapportages van beeldvorming (zie figuur 1 voor een overzicht). Bovendien kan GASTON naleving van complexe medische richtlijnen ondersteunen en voor de individuele patiënt relevante op maat gesneden adviezen genereren. De inhoud voor deze beslissingsondersteunende systemen zijn geprogrammeerde flow-schema's, ook wel clinical rules genoemd.



**Figuur 1** Schematisch overzicht van GASTON. Links is de input weergegeven en rechts een greep uit de mogelijke output. ZIS: ziekenhuis informatie systeem; LIS: laboratorium informatie systeem

\*Algemeen Klinisch Laboratorium, & Klinische Farmacologie, <sup>‡</sup>Interne geneeskunde, Catharina Ziekenhuis, Eindhoven

E-mail: miranda.v.berkel@catharinaziekenhuis.nl

## Hoe werkt GASTON?

Een ZIS bestaat uit een verzameling van tabellen, waarin alle patiënt gerelateerde informatie is vastgelegd. GASTON is in staat de informatie uit deze tabellen te ontsluiten, door gebruik te maken van zogenaamde structured query language (SQL)-dataqueries. Door verschillende SQL's aan elkaar te koppelen, kan de informatie uit verschillende tabellen met elkaar worden gecombineerd. De kracht van GASTON zit erin dat de gebruiker zelf deze SQL's niet hoeft te koppelen, maar GASTON dat doet. Bovendien voert GASTON zogenaamde postprocessing stappen uit, waardoor de eindgebruiker niet wordt lastig gevallen met onvolkomenheden in het ZIS. Op deze manier wordt het kennisintensieve, tijdrovende en foutgevoelige combineren van verschillende SQL's door GASTON overgenomen. De eindgebruiker kan de meest complexe query's gebruiken enkel door een flow-schema te ontwerpen met een drag-and-drop principe in de zogenaamde 'Richtlijn Ontwikkel Omgeving'. Alle ingewikkelde programmeerstappen worden hierbij op de achtergrond eenvoudig door GASTON uitgevoerd. Verder biedt GASTON diverse user-interfaces om de output met de eindgebruiker te delen. Aan de hand van een soort werklijsten kunnen de bevindingen van GASTON nagelopen worden. Het is ook mogelijk om GASTON advies te vragen binnen het ZIS over een specifieke patiënt. Hierbij kan GASTON gebruik maken van extra informatie die door de aanvrager wordt ingevuld op het moment dat het advies wordt gevraagd. Ook bestaat de mogelijkheid om de aanvrager te alarmeren met bijvoorbeeld E-mails of SMS berichten.

In 2006 is binnen de ziekenhuisapotheek van het CZE een onderzoekslijn gestart naar de ontwikkeling van een strategie voor het vertalen en implementeren van medische richtlijnen naar clinical rules die voldoende sensitief en specifiek zijn voor gebruik in de dagelijkse medicatiebewaking met behulp van GASTON. De vertaling van algemene adviezen in 'papieren' medische richtlijnen (zoals controleer frequenter het plasma kalium, chronische gebruik of gebruik van hoge dosering NSAID) naar de toepassing in een geautomatiseerd systeem in de vorm van een clinical rule is echter niet eenvoudig. Daarnaast moet met verschillende complexe scenario's (zoals cardiovasculair risico, verhoogd bloedingsrisico en slikklachten) rekening gehouden worden (6).

In 2009 is daadwerkelijk gestart met toepassing van deze clinical rules in de dagelijkse ziekenhuisapotheek praktijk. Inmiddels is het gebruik van GASTON uitgerold naar verschillende zorgprofessionals, die er hun dagelijkse voordeel mee doen. Hieronder wordt vanuit verschillende perspectieven uiteengezet, hoe het gebruik van data-integratie de patiëntenzorg door verschillende zorgprofessionals kan vergemakkelijken.

### Vanuit de ziekenhuisapotheeker

Het bewaken van de medicatieveiligheid en het optimaliseren van de individuele farmacotherapie vormt een steeds belangrijker onderdeel van het dagelijkse werk van de ziekenhuisapotheeker.

Anno 2014 zijn binnen de apotheek van het Catharina ziekenhuis 25 verschillende clinical rules in gebruik, die circa 30-40 meldingen per dag opleveren (7). De clinical rules zijn onder te verdelen op één van de risico gebieden waarop ze van toepassing zijn: de risicopatiënt, risicopil of het risicoproces. Vanuit risicoproces gedacht zijn er onder andere 7 clinical rules die het aanvragen van Therapeutic Drug Monitoring op het juiste moment ondersteunen (gentamycine, tobramycine, vancomycine, amikacine, lithium, clozapine en digoxine) en een clinical rule die INR instelling en bridging ondersteunt (7). Voorbeelden van risicopatiënten waarbij clinical rules kunnen ondersteunen zijn patiënten met elektrolytstoornissen (K, Na en Ca) of met nierfunctiestoornissen. Daarnaast zijn er nog de clinical rules die gericht zijn op de risicopillen zoals methotrexaat, orale oncolytica, opiaten of amiodaron. Het opvolgingspercentage van de artsen van deze clinical rules ligt tussen de 40-50% (8).

Implementatie van deze clinical rules heeft onder andere geleid tot:

- Een betere opvolging van de CBO richtlijn NSAID-gebruik en preventie van maagschade, waarbij het richtlijn opvolgingspercentage steeg van 65% naar 98% (9).
- Een daling van het aantal opiaat geïnduceerde obstipaties van 56% naar 12% (van alle opiaat gebruikers) na introductie van de clinical rule opiaat-laxans (10).
- Een significante verkorting van de tijd tot normalisatie van het plasma kalium na een ernstige geneesmiddel gerelateerde hypokaliëmie en een trend tot verbetering na ernstige hyperkaliëmie (11).

### Vanuit de Klinisch Chemicus

GASTON is sinds 2011 in het laboratorium in gebruik, waarbij het wordt toegepast voor semi-geautomatiseerde consultverlening, validatie van nieuwe methoden, context afhankelijke referentiewaarden en retrospectieve dataontsluiting, zoals hieronder beschreven.

Het semi-geautomatiseerd interpreteren van methylmalonzuur- en homocysteïne concentraties is één van de succesvolle toepassingen van GASTON voor de laboratoriumdiagnostiek. Voor een adequate interpretatie is bijvoorbeeld naast de laboratoriumuitslagen folaat/ vitamine B<sub>6</sub>/vitamine B<sub>12</sub>, de leeftijd en nierfunctie, ook informatie nodig over vitamine suppletie en de medische vraagstelling achter het laboratoriumonderzoek. Daar waar deze informatie beschikbaar is, kan GASTON deze informatie gebruiken in het samenstellen van een geautomatiseerde interpretatie. Dit heeft geleid tot een forse reductie van het aantal consulten dat de klinisch chemicus handmatig moet genereren. In slechts een enkel geval hoeft de klinisch chemicus het door GASTON gegenereerde consult nog aan te passen.

Een ander voorbeeld waarbij GASTON duidelijk meerwaarde heeft, is de interpretatie van de aldosteron/renine ratio (ARR). Volgens richtlijnen zou aldosteron en renine alleen geanalyseerd moeten worden wanneer alle interfererende medicatie van te voren is gestaakt. In de praktijk blijkt echter dat in

ons ziekenhuis in meer dan de helft van de gevallen er wel RAAS-modulerende medicijnen zijn gebruikt. Er is bovendien een grote heterogeniteit in het aantal en type medicijnen dat wordt voorgeschreven. Naast medicatiegebruik wordt de ARR ook sterk beïnvloed door bijvoorbeeld de bloeddruk en elektrolytenbalans. Een uitgebreide analyse van bovenstaande factoren is uitgevoerd om te komen tot contextafhankelijke referentie- of afkapwaarden van de ARR. GASTON werd zodanig geprogrammeerd dat over een periode van 5 jaar alle patiënten waarvoor een aldosteron en renine was aangevraagd de volgende data werd ontsloten uit het EPD: meetresultaat van aldosteron en renine, leeftijd, geslacht, bloeddruk, elektrolyten, medicatie (inclusief anti-hypertensiva), diagnose en radiologie uitslagen. Nadat het flowschema was opgesteld kon binnen 2 uur een database worden gecreëerd waarin van 670 patiënten alle bovenstaande informatie was opgenomen. Door selectie van de meest voorkomende medicijncombinaties, al dan niet in combinatie met elektrolyten status en bloeddruk, kon er een overzicht worden gemaakt met een 40-tal context afhankelijke referentiewaarden. Bij herbeoordeling door internist-endocrinologen van de patiënten, die boven het 90th percentiel van deze context-afhankelijk referentiewaarden uitkwamen, bleek dat in 50% van de gevallen dat aanvullend onderzoek geïndiceerd was om een hyperaldosteronisme uit te kunnen sluiten, terwijl de oorspronkelijke aanvrager van het onderzoek door de oorspronkelijke referentiewaarden geen reden had gezien voor het aanvragen van aanvullend onderzoek. Parallel aan dit onderzoek was er ook we ook EDTA plasma nodig van 'normale' patiënten die normotensief waren, een onverstoorde elektrolytenbalans hadden en geen antihypertensiva kregen voorgeschreven. Met twee uur programmeerwerk was GASTON binnen afzienbare tijd in staat een lijst te genereren met patiënten die aan deze eisen voldeed. Dit voorbeeld illustreert dat GASTON ook zeer waardevol kan zijn bij het verkrijgen van geschikte patiënten materialen voor validatiedoeleinden.

Om nog een laatste voorbeeld te geven van de potentiële kracht van decision support systemen, is GASTON gebruikt om heparine geïnduceerde trombopenieën sneller op te sporen. Uit een retrospectieve analyse blijkt dat GASTON een HIT enkele dagen eerder op het spoor is dan de clinicus. Nu we ook de HIT screening in eigen beheer uitvoeren, kan er tijdig worden ingegrepen indien heparine gecontra-indiceerd is.

### **Vanuit de Medisch specialist**

Voor de behandeling van arteriële trombose en therapeutische antistolling rondom risicovolle operatieve ingrepen wordt in ons ziekenhuis heparine gebruikt. Het voordeel van ongefractioneerde heparine boven laag moleculair gewicht heparine is dat het sneller en beter kan worden gecoupeerd in het geval van bloedingen. De heparine wordt doorgedoseerd op basis van de APTT, waarbij de te geven bolus afhankelijk is van leeftijd, gewicht en geslacht. De berekeningen hiervoor zijn vastgelegd binnen een ziekenhuisbrede richtlijn. Door de hectische setting op verpleegafde-

lingen als de Intensive care, en vanwege de lage frequentie van dit soort behandelingen, worden er relatief veel fouten gemaakt bij het (door)dosereren. Daarom is er met behulp van GASTON een clinical rule geschreven die de verpleegkundige kan ondersteunen door alle relevante informatie automatisch te extraheren uit het ZIS en daarop een passend advies met vervolgcities kan genereren. Dit betekent dat de verpleegkundige zelf de heparine kan doordosereren of starten na de initiële opdracht van een arts. De interface tussen programma en verpleegkundige bestaat uit een extra tabblad in het elektronisch patiënten dossier waarop de verpleegkundige kan klikken. Er kan gekozen worden uit het starten van therapie of het doordosereren. Hierna worden met behulp van gewicht, lengte, gewicht en de recentste APTT adviezen gegeven over dosering, loopsnelheden van infusen en de termijn waarop een nieuwe APTT bepaald moet worden.

Na effectueren van deze clinical rule bleek dat 50% meer APTT waarden gedurende de behandeling in de gewenste range zaten en dat er nog maar 14% van de APTT bepalingen buiten het geadviseerde tijdframe lagen. Uit een enquête onder verpleegkundigen bleek dat zij GASTON prefereerden boven het oude geldende 'papier' schema. Ze voelden zich vooral ondersteund in het gehele proces van heparine doseren: ze hoefden niet meer te rekenen om van eenheden pompstanden te maken en ze hoefde de APTT waarden niet meer op te zoeken. Dit leidde tot een werk verlichting; ze kregen geen waarschuwing om iets niet te doen maar een simpel advies over een pompstand zonder daar iets voor te hoeven opzoeken. De toekomst is een nog verdere automatisering van dit proces door ook de klinische kant automatisch te herinneren aan het afnemen van de volgende APTT.

### **Vanuit de ziekenhuis organisatie**

Naast bovenbeschreven klinische toepassingen, blijkt GASTON ook zeer bruikbaar om patiënten informatie uit het ZIS te halen voor andere toepassingen, zoals het berekenen van prestatie-indicatoren of andere afgeleide managementinformatie. Informatie die belangrijk is voor de patiëntenzorg wordt over het algemeen goed bijgehouden in het ZIS. Aan afgeleide informatie die nodig is voor het berekenen van prestatie-indicatoren werd in ons ziekenhuis doorgaans minder zorg besteed. Binnen ons ziekenhuis wordt nu GASTON gebruikt om dergelijke informatie, zoals het classificeren van co-morbiditeiten, op een objectieve geautomatiseerde wijze te verkrijgen. Voordeel hiervan is dat de kwaliteit van onze zorg makkelijker en nog eerlijker in prestatie-indicatoren kan worden uitgedrukt.

### **Beschouwing**

Het naleven van richtlijnen in de medische zorg zal een steeds belangrijker onderdeel worden in de ziekenhuizen. Voor de apotheek wordt op dit moment dit ook als kwaliteitsindicator (ZiZo) getoetst en gemeen door de inspectie voor de gezondheidszorg. Ook door de groeiende ontwikkeling van richtlijnen wordt de vraag naar geïntegreerde data analyse alleen maar groter. Doordat het beslissingsondersteunende sys-

teem GASTON geen onderdeel is van een specifiek EPD kan het gekoppeld worden aan de verschillende informatiesystemen die door ziekenhuizen gebruikt worden. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om, als ziekenhuizen, clinical rules, uit te wisselen, gezamenlijk te ontwikkelen, te onderhouden en te gebruiken in meerdere centra. Binnen de Santeon ziekenhuisgroep worden bijvoorbeeld al meerdere door het Catharina ziekenhuis ontwikkelde GASTON rules in andere Santeon ziekenhuizen (met verschillende ZIS en LIS systemen) geïmplementeerd.

Voor het laboratorium zou een realtime query met online koppeling tussen het ZIS, GASTON en het LIS de mogelijkheden en toepassingen van GASTON alleen nog maar verder vergroten. Hierbij kan gedacht worden aan automatisch laboratorium testen aanvragen bij een bepaald medicatiegebruik, of een potentiële risicovolle situatie (zoals een HIT). De mogelijkheden van GASTON worden eigenlijk alleen begrenst door de compleetheid van data in het ZIS en de creativiteit van de GASTON-programmeur. Een intensieve samenwerking tussen de verschillende disciplines in de zorg zal daarbij onontbeerlijk zijn om te komen tot een goede automatische ondersteuning die past bij de vraag uit de kliniek.

#### Referenties

1. Oosterhuis WP, Ulenkate HJ, Goldschmidt HM. Evaluation of LabRespond, a new automated validation system for clinical laboratory test results. *Clin Chem.* 2000; 46: 1811-1817.
2. Valdiguié PM, Rogari E, Philippe H. VALAB: expert system for validation of biochemical data. *Clin Chem.* 1992; 38: 83-87.
3. van der Sijs H, Aarts J, Vulto A, Berg M. Overriding of drug safety alerts in computerized physician order entry. *J Am Med Inform Assoc.* 2006; 13: 138-147
4. Kuperman GJ, Bobb A, Payne TH, Avery AJ, Gandhi TK, Burns G, Classen, DC, Bates DW. Medication-related clinical decision support in computerized provider order entry systems: A Review. *J Am Med Inform Assoc.* 2007; 14: 29-40.
5. de Clerq P, Hasman A. Experiences with development, implementation and evaluation of automated decision support systems. *Stud Health Technol Informatics.* 2004; 1033-1037.
6. Scheepers-Hoeks AMJW, Grouls RJ, Neef C, Ackerman EW, Korsten EH. Strategy for development and pre-implementation validation of effective clinical decision support. *Eur J Hosp Pharm.* 2013; 20: 155-160.
7. Scheepers-Hoeks AMJW, Grouls RJ, Neef C, Wasylewicz ATM, van 't Geloof W, Korsten EH. Successful implementation of clinical rules in daily hospital practice: two years follow-up by pharmacy intervention. Submitted.
8. van Wezel RAC, Scheepers-Hoeks AMJW, Schoemakers R, Wasylewicz ATM, ten Broeke R, Ackerman EW, Wessels-Basten S, Grouls RJE, Toepassing van clinical rules bij therapeutic drug monitoring en hun effect op medicatieveiligheid. *Pharmaceutisch Weekblad.* 2011; 5: 183-186.
9. Scheepers-Hoeks AMJW, Grouls RJ, Neef C, Ackerman EW, Wasylewicz ATM. Optimizing the co-prescription of gastroprotective agents in patients using non-steroidal anti-inflammatory drugs by process redesign and clinical decision support. Submitted
10. Scheepers-Hoeks AMJW, Grouls RJ, Neef C, Doppen AMJ, Korsten EHM. Preventive prescribing of laxative for opioid-induced constipation using electronic clinical rule implementation by clinical pharmacist. Accepted in *Advances in Pharmacoepidemiology & Drug Safety.*
11. Verburg HA, Wasylewicz ATM, Vromen ME, van 't Geloof W, Kerskes CHM, Grouls RJE. Clinical rule reduces time to normalisation of serum potassium level. Leiden 11-04-2014. Scientific Spring Meeting Dutch Society of Clinical Pharmacology & Biopharmacy.