

Big Data en Geneeskunde

**Onderzoek naar betere behandelingen van
urineweginfecties met behulp van Big Data**

**Profielwerkstuk
Matthijs Koelewijn en Luca Castelnovo (V6)
Het Baarnsch Lyceum
Vakken: Biologie en Informatica
Begeleider: mevrouw Notenboom**

Inhoudsopgave	
Inhoudsopgave	2
Voorwoord	4
Inleiding	5
Onze hoofdvraag is:	5
Deelvraag 1: wat zijn urineweginfecties en wat zijn de gevolgen hiervan?	6
Deelvraag 2: hoe werkt de huidige behandeling van urineweginfecties?	6
Deelvraag 3: hoe werken behandelmethodes met behulp van big data?	6
H1: Het ziektebeeld: urineweginfecties	7
Wat is een urineweginfectie?	7
Risicofactoren	8
Symptomen	9
Blaasontsteking	9
Nierbekkenontsteking	9
Gevolgen	10
Conclusie:	11
H2: Hoe wordt nu de beslissing genomen?	12
Diagnose	12
Nitrietest	12
Andere testmethodes	13
Risicogroepen	13
Stappenplannen voor het stellen van een diagnose	13
Groep 1, gezonde, niet-zwangere vrouwen met plasklachten en zonder koorts	14
Groep 2, vrouwen met plasklachten en koorts én patiënten vanaf twaalf jaar met plasklachten die onder de risicogroepen vallen.	14
Groep 3, kinderen tot twaalf jaar	15
Hoe werkt de behandeling van urineweginfecties?	15
Medicatiekeuze	15
Gezonde, niet zwangere vrouwen	16
Terugkerende blaasontsteking	16
Bij een terugkerende blaasontsteking wordt vooral gekozen voor behandeling met weinig contact met een arts, dit is dan vaak ook met antibiotica. Hierbij is de eerste keuze een vijfdaagse behandeling met nitrofurantoïne, dit zijn dan twee dagelijkse dosissen van 100 milligram of 4 dagelijkse dosissen van 50 milligram.	16
Zwangere vrouwen (blaasontsteking)	17
Risicogroep	17
Tekenen van weefselinvasie bij niet-zwangere vrouwen en mannen (nierbekkenontsteking)	18
Kinderen onder twaalf jaar met alleen een blaasontsteking	18

Tekenen van weefselinvasie bij kinderen onder twaalf jaar (nierbekkenontsteking)	
19	
Overige adviezen	19
Conclusie	20
H3: Hoe werkt de aanpak met data:	21
Wat is Big Data?	21
Hoe werken huidige behandelmethodes met Big Data?	21
Hoe werken deze behandelmethodes?	21
Pacmed	22
Behandelkeuze voor urineweginfecties	23
H4: Programma maken	25
Onderzoeksmethode	25
Medicijnkeuze binnen ons programma	25
Dataset	26
Factoren buiten beschouwing	26
Factoren die we hebben gebruikt:	27
Stappenplan	28
Testen	28
Magische dingen	29
Problemen	32
H5: Analyse	33
Hoe goed werkt het?	33
Ethiek	33
Risico's:	34
Backups:	35
Onderhoud	35
Privacy	35
Onbetrouwbare systemen	35
Afweging van voor- en nadelen van het gebruik van Big Data in de gezondheidszorg	35
Andere kansen voor het gebruik van Big Data in de zorg	36
Samenvatting	37
Conclusie	37
Conclusie	38
Nawoord	40
Bijlage	41
Bronnenoverzicht	42

Voorwoord

Volgend jaar wil Matthijs Geneeskunde gaan studeren. De studiekeuze van Luca valt op Informatica en Cybersecurity. Toen we een onderwerp voor ons profielwerkstuk moesten kiezen, wisten we dat we onze interesses wilden combineren.

Hoe was onduidelijk, totdat de moeder van Luca ons in contact bracht met Annette Beetsma. Annette is werkzaam als innovatiemanager bij The Healthcare Innovation Center (THINC) van het Utrechts Universitair Medisch Centrum. Annette wees ons op het bedrijf PacMed. Pacmed is een bedrijf waar zowel artsen als programmeurs werken met big data ten behoeve van de gezondheidszorg.

We besloten om een afspraak te maken met Wouter Kroese van Pacmed om meer te weten te komen over dit bedrijf, hun visie en hun werkwijze, de onderzoeksmethoden en om ideeën op te doen voor een specifiek onderwerp voor ons profielwerkstuk. Op een regenachtige woensdagmiddag zijn we afgereisd naar Amsterdam. Wouter Kroese vertelde ons uitgebreid over verscheidene projecten van PacMed en hoe wij deze misschien kunnen betrekken in ons profielwerkstuk. We hebben uiteindelijk besloten om ons te richten op urineweginfecties en de mogelijkheid om deze gericht te behandelen met informatie geoogst uit zogenaamde big data.

Wij willen graag Annette Beetsma bedanken voor de brainstormsessie en de introductie bij Pacmed, Wouter Kroese, Daan de Bruin en het bedrijf Pacmed bedanken voor de uitleg, het helpen om ons profielwerkstuk richting te geven, de ondersteuning om ons op weg te helpen en het beschikbaar stellen van data.

Ook willen wij mevrouw Notenboom van het Baarnsch Lyceum bedanken voor de begeleiding tijdens ons project .

Inleiding

In de traditionele geneeskunde beslist een arts welk medicijn of welke behandelingswijze hij of zij voorschrijft aan de hand van de resultaten van medische studies. Er zijn echter grote bezwaren aan deze studies. Er is vaak geen bewijs dat het medicijn of de behandelwijze geschikt is voor de individuele patiënt. De resultaten gaan uit van gemiddelden. Deze gemiddelden zijn gebaseerd op de gemiddelden van de groep testpersonen. Vaak zijn dit gezonde witte mannen. Dit is geen doorsnee van de bevolking. Er wordt vaak geen rekening gehouden met kinderen, vrouwen, ouderen en met mensen met diverse etnische achtergronden. Ook niet met personen met meerdere medische aandoeningen tegelijkertijd. Bovendien blijkt dat als studies herhaald worden dat er dan een ander resultaat uitkomt. Dus hoe moeten artsen de adviezen uit de onderzoeken vertrouwen? En hoe krijgt een patiënt de behandeling die bij hem of haar past?¹

In de zaterdagbijlage van het NRC van 1 juni 2019 staat een artikel "Midden in de overgang naar een nieuwe geneeskunde" met als ondertitel "Technologie als aanjager in van zorg van de toekomst". De overgang waar het in dit artikel overgaat, is een overgang van geneeskunde gebaseerd op trial-and-error naar geneeskunde op basis van systems. Het idee is dat dankzij nieuwe technologieën, big data en kunstmatige intelligentie er een duidelijker beeld kan ontstaan van de individuele patiënt en de voor deze patiënt optimale behandeling.²

Pacmed is een bedrijf dat zich bezighoudt met het ontwikkelen van persoonlijke en precieze zorg. Om dit te kunnen bereiken ontwikkelen ze zogenaamde beslissingsondersteunende tools. Aan de hand van grote hoeveelheden data kunnen deze tools artsen helpen bij het kiezen van de juiste behandeling voor een bepaalde aandoening bij een bepaalde patiënt.

In ons profielwerkstuk sluiten wij aan bij deze nieuwe denkwijzen. We kunnen hiermee onze interesse in geneeskunde en informatica combineren. We richten ons op urineweginfecties. Dit zijn veel voorkomende aandoeningen. We willen gaan onderzoeken of de analyse van big data kan helpen om maatwerk medicatie en behandelingen te kunnen aanbieden aan de individuele patiënt.

Onze hoofdvraag is:

Hoe kunnen algoritmen op basis van analyse van Big Data helpen betere behandelingen te kiezen bij patiënten met een blaasontsteking?

Hypothese: in hoeverre de behandeling van urineweginfecties te ondersteunen valt met big data hangt af van op welke manier behandeld wordt. Voordat we deze hypothese opstellen spraken we uiteraard met Pacmed en daardoor weten we al een beetje over de behandeling en weten we dat dit grotendeels met behulp van medicijnen is. Afhankelijk van hoe dit

¹ <https://youtu.be/OV9DzPz2fs>

² "Midden in de overgang naar een nieuwe geneeskunde", NRC 1 juni 2019

precies werkt en hoe ingewikkeld de behandeling is, denken wij dat er misschien geholpen kan worden bij de keuze van het medicijn. Als we de diagnosestelling onder de behandeling rekenen, kan er op basis van de klachten misschien ook ondersteuning worden geboden bij de diagnose.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden hebben we ons onderzoek als volgt opgebouwd; In het eerste hoofdstuk zal Matthijs uitleg geven over urineweginfecties.

Deelvraag 1: wat zijn urineweginfecties en wat zijn de gevolgen hiervan?

Hypothese: een urineweginfectie is een infectie, opgelopen door waarschijnlijk bacteriën aan de urinewegen. De gevolgen hiervan kunnen variëren maar kunnen best ernstig worden als ze niet behandeld worden.

Hoofdstuk 2 gaat over het nemen van beslissingen over de juiste behandeling.

Deelvraag 2: hoe werkt de huidige behandeling van urineweginfecties?

Hypothese: de huidige behandeling van urineweginfecties werkt met behulp van een verandering van de levensstijl en waarschijnlijk ook medicatie. Misschien zal het nodig zijn om soms een operatie uit te voeren als er hevige klachten/uitbreidingen zijn van de urineweginfectie.

Het derde hoofdstuk gaat over big data en het werken daarmee.

Deelvraag 3: hoe werken behandelmethodes met behulp van big data?

Hypothese: de behandelmethodes met behulp van big data werken met behulp van vroegere gegevens én met ontwikkeling van huidige kennis. Het kan op veel manieren gebruikt worden, maar vooral bij beslissingsondersteuning, het is met behulp van een programma namelijk eenvoudiger om alles op een rijtje te zetten en daar een conclusie uit te trekken.

Hoofdstuk 4 is een praktijkverslag. Luca is aan de slag gegaan met de data van Pacmed om daarmee een model te bouwen. Hij heeft zelf een dergelijk algoritme ontwikkeld en beschrijft hoe dit is gegaan.

In het vijfde hoofdstuk analyseren we onze bevindingen uit de vorige hoofdstukken. We kijken naar de ethiek, de risico's, de voor- en nadelen. Ook kijken we naar andere kansen van het gebruik van Big Data in de geneeskunde.

We sluiten ons profielwerkstuk af met een conclusie en een samenvatting.

H1: Het ziektebeeld: urineweginfecties

Een urineweginfectie is een veel voorkomende aandoening. In de eerste hoofdstuk geven we uitleg wat een urineweginfectie is, wat de risico's zijn en wat de gevolgen zijn.

Wat is een urineweginfectie?

Een urineweginfectie is een infectie aan één van de onderdelen die betrekking heeft tot de urineweg. Hieronder valt de nier, de nierkelk, de urineleider, de blaas en de urinebuis³. Elk jaar heeft ongeveer 20% van alle vrouwen en 1,5% van alle mannen last van een urineweginfectie. Voor vrouwen is een urineweginfectie de meest voorkomende reden voor huisartsbezoek⁴.

Een urineweginfectie kan zowel een blaasontsteking als een nierbekkenontsteking zijn. De oorzaak hiervan zijn bijna altijd bacteriën uit de endeldarm of de vagina. Deze bacterie verlaat normaal gesproken de blaas bij urineren, maar als de bacterie blijft zitten in achtergebleven urine, kan de bacterie zich aan de blaaswand hechten en een infectie veroorzaken.

Er zijn ook nog andere oorzaken, een urineweginfectie kan ook worden veroorzaakt door andere bacteriën die de blaas van buitenaf zijn binnengedrongen⁵.

Enkele bacteriën die een urineweginfectie kunnen veroorzaken zijn de *escherichia coli*, *proteus*, *klebsiella* en *enterococcus*, ook kan het veroorzaakt worden door een gist, een veel voorkomende is de *candida albicans*.⁶



³ <https://www.mmc.nl/urologie/aandoening-en-behandeling/urineweginfectie/>

⁴

<https://www.healthvalley.nl/Actueel/Archief/BLOG-Big-Data-in-de-sprekkamer-van-de%20A0huisarts>

⁵ <http://www.urineweginfectie.nl/urineweginfectie/oorzaken.asp>

⁶ <https://labuitslag.nl/urine/nitriet/>

Risicofactoren

Een bacterie die de blaas is binnengedrongen, hoeft niet per se te zorgen voor een urineweginfectie, wel zijn er enkele factoren die het risico op een urineweginfectie vergroten:

- Een afwijking in de urinewegen: een afwijking in de urinestroom zorgt er meestal voor dat niet alle urine kan worden uitgescheiden. Als niet alle urine uitgescheiden is, kunnen bacteriën zich gemakkelijk vermeerderen in de urineweg. Voorbeelden van een dergelijke afwijking zijn een verzakte blaas of een losgeraakte niersteen⁷
- Een andere risicofactor is het hebben van een katheter, een katheter is een flexibel buisje dat in de blaas wordt aangebracht, dit gebeurt meestal na een operatie of als er problemen zijn bij urineren⁸. De katheter is een lichaamsvreemd voorwerp, het lichaam zal hierop reageren, de bacteriën kunnen zich eenvoudig hechten aan de katheter en zich vermeerderen⁹. Dit verhoogt uiteraard het risico op een infectie aan de urinewegen.
- Daarnaast verhoogt diabetes ook het risico op een urineweginfectie. Bij diabetes wordt de bloedsuikerspiegel niet goed op peil gehouden, waardoor het mogelijk is dat de een diabetespatiënt het soms niet eens merkt als hij/zij moet plassen. Rondlopen met een volle blaas kan zorgen voor ophopingen van bacteriën. Het lichaam plast bacteriën namelijk uit, maar met diabetes kan dit niet. Ook kunnen de witte bloedcellen bij diabetes niet makkelijk de blaas inkomen, hierdoor is er nauwelijks een afweerreactie tegen mogelijke bacteriën en kunnen deze zich dus makkelijk vermenigvuldigen¹⁰.
- Een andere risicofactor is het nemen van antibiotica, antibiotica bestrijden inderdaad bacteriën, maar door sommige antibiotica worden ook lactobacillen uitgeschakeld. Deze lactobacillen zijn beschermende bacteriën en zonder lactobacillen zullen er in de vagina meer van de bacterie Escheria coli groeien. De kans dat deze bacteriën in de urineweg terecht komen zal dus groter zijn en het risico op een urineweginfectie ook¹¹.
- Bepaalde anticonceptiemiddelen kunnen ook de kans op een urineweginfectie vergroten. Bij vrouwen kan het inbrengen van een veelgebruikt anticonceptiemiddel, het spiraaltje, het gebied bij de blaas beschadigen, hierdoor kunnen de bacteriën die de urineweginfectie veroorzaken makkelijker de blaas binnenkomen¹². Daarentegen helpt het gebruik van de pil wél bij het voorkomen van urineweginfecties. Door de

7

<https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/54334-urineweginfectie-symptomen-oorzaken-en-behandeling.html#risicofactoren>

⁸ <https://www.rijnstate.nl/specialismen/urologie/katheters/blaaskatheter-via-de-plasbuis-of-buikwand/>

⁹ <https://www.medigcombicare.nl/Particulieren/Katheterzorg/Praktische%20tips>

¹⁰ <https://eendiabetes.nl/2017/01/09/type-1-en-minder-bekende-complicaties-blaasontsteking/>

11

<https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/175697-urineweginfecties-wat-zijn-de-risicofactoren.html#antibiotica>

12

<https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/175697-urineweginfecties-wat-zijn-de-risicofactoren.html#antibiotica>

menstruatie ontstaat regelmatig een urineweginfectie, de pil stopt de menstruatie en hierdoor zal ook het aantal urineweginfecties verminderen¹³.

- Een laatste risicofactor is seksuele activiteit, met seksueel contact is het uiteraard heel makkelijk om bacteriën over te dragen. Ook wordt het urethrale weefsel verstoord bij geslachtsgemeenschap, dit kan zorgen voor verspreiding van de bacteriën¹⁴.

Een infectie aan het onderste gedeelte van de urineweg wordt een blaasontsteking, ook wel cystitis, genoemd en een infectie aan het bovenste gedeelte van de urineweg wordt een nierbekkenontsteking genoemd. De oorzaak van een nierbekkenontsteking is vaak een niet goed behandelde blaasontsteking, maar het kan ook een andere oorzaak hebben, bijvoorbeeld een (aangeboren) verstopping in de urinewegen¹⁵.

Urineweginfectie is dus de verzamelnaam voor blaasontsteking en nierbekkenontsteking. Een nierbekkenontsteking is vaak veel erger dan een blaasontsteking. Deze twee ontstekingen hebben ook andere symptomen:

Symptomen

Blaasontsteking

- Vaak moeten plassen of de aandrang hebben om te plassen maar niet hoeven
- Een branderig gevoel bij plassen
- Troebele en/of slecht ruikende urine
- Pijn in de buik of in de onderrug
- Bloed in de urine
- Ongewild urineverlies¹⁶

Ook kan het bij een blaasontsteking voorkomen dat er alleen lichte klachten zijn of zelfs geen klachten, het weefsel is dan alsnog ontstoken, er zijn alleen geen klachten, wel kunnen klachten nog ontwikkelen¹⁷.

Nierbekkenontsteking

De symptomen en klachten van een nierbekkenontsteking zijn vaak heviger dan een blaasontsteking, een nierbekkenontsteking gaat vaak gepaard met

- Koorts
- Vaak moeten plassen of de aandrang hebben om te plassen maar niet hoeven
- Een branderig gevoel bij plassen
- Troebele en/of slecht ruikende urine
- Bloed in de urine
- Ongewild urineverlies

¹³<https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/0645-blaasontsteking-en-de-pil.html>

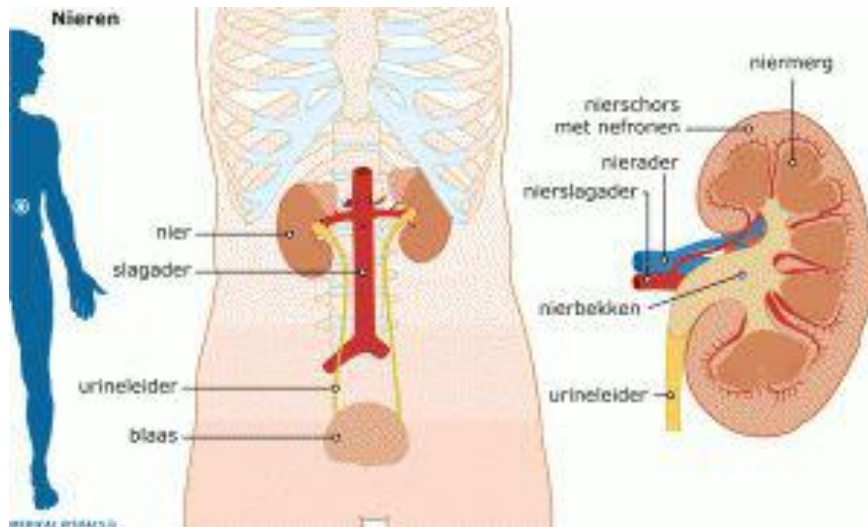
¹⁴<https://www.optimalegezondheid.com/tips-blaasontsteking-stoppen-voorkomen/>

¹⁵<https://www.abena.nl/infectiepreventie/infectieziekten/urineweginfecties/>

¹⁶<https://www.huisarts.nl/de-gevolgen-van-een-verwaarloosde-blaasontsteking/>

¹⁷<https://www.abena.nl/infectiepreventie/infectieziekten/urineweginfecties/>

- Braken
- Pijn bij het plassen
- Pijn onder de ribben, in de buik of in de onderrug
- Algeheel gevoel van ziekte, erger dan bij blaasontsteking
- Soms ook pijn bij de geslachtsorganen¹⁸



Bij een nierbekkenontsteking zullen er altijd symptomen zijn. Zowel bij een blaasontsteking als een nierbekkenontsteking zal meestal maar een deel van deze klachten zich voordoen.

Gevolgen

Als een urineweginfectie behandeld wordt en er zijn geen complicaties, zijn er wel klachten maar meestal geen ernstige gevolgen.

Onbehandeld kan een blaasinfectie of een nierbekkenontsteking ernstige gevolgen hebben. Een onbehandelde blaasinfectie kan zich ontwikkelen tot een nierbekkenontsteking of tot een ontsteking van de bijbal. Bij jonge kinderen kan zelfs blijvende nierschade ontstaan¹⁹.

Ook bij ouderen kan een urineweginfectie verstrekkende gevolgen hebben, ouderen zijn vaak kwetsbaar en zullen meer last hebben van symptomen.

Dit kan tot bedlegerigheid leiden en vermindering van dagelijkse activiteiten²⁰.

Daarnaast kunnen er complicaties voorkomen, een onbehandelde blaasontsteking kan bijvoorbeeld leiden tot urosepsis. Urosepsis is een bloedvergiftiging die ontstaat door een blaasontsteking, met als gevolgen ophopingen van pus, littekenweefsel in de urinewegen, nierschade en mogelijk orgaanfalen. Urosepsis heeft soms net als bij een urineweginfectie niet hele duidelijke symptomen en kan daardoor heel gevaarlijk zijn, het is dus zaak om er zo snel mogelijk achter te komen.

¹⁸ <https://www.abena.nl/infectiepreventie/infectieziekten/urineweginfecties/>

¹⁹ <http://www.allesoverurologie.nl/aandoeningen/blaasontsteking/kinderen>

²⁰ <http://www.platformouderenzorg.nl/kennisdt.php?ide=519>

Urosepsis heeft een mortaliteit van 20-40%²¹.

Gelukkig kunnen een heleboel complicaties verholpen worden als er op tijd een diagnose wordt gesteld en er op tijd behandeld wordt. Bij een diagnose wordt er gelet op veel verschillende factoren en er zullen tests worden uitgevoerd afhankelijk van bepaalde factoren.

Conclusie:

Een urineweginfectie is een relatief eenvoudig te behandelen ziekte die ontstaat door bacteriën die de urineweg binnendringen. Een urineweginfectie valt op te delen in een blaasontsteking en een nierbekkenontsteking. Een nierbekkenontsteking begint vaak met een blaasontsteking die zich uitbreidt naar de nieren. Als er symptomen optreden als plasklachten, bloed in de urine en pijn in de onderbuik, zal de huisarts enkele tests uitvoeren (nitrietest, erytest en leukotest) en op basis daarvan zal de diagnose urineweginfectie wel of niet worden getrokken.

De hypothese dat een urineweginfectie een bacteriële infectie is klopt. Ook klopt het dat de gevolgen als de infectie niet tijdig of niet juist behandeld wordt ernstig kunnen zijn.

21

<https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/186196-urosepsis-ernstige-complicatie-van-urine-weginfectie.html>

H2: Hoe wordt nu de beslissing genomen?

Diagnose²²

De bestaande informatie over de behandelingen van blaasontstekingen zijn gebaseerd op bijna twintig jaar oude studies waaraan jonge, redelijk gezonde vrouwen hebben meegewerkt²³. De arts maakt een beslissing voor een behandeling op basis van oude resultaten en de gemiddelden van een beperkte groep testpersonen.

Nitrietest

Als een patiënt bij de (huis-)arts komt met mictieklachten (plasklachten), zal er eerst worden gekeken of er andere symptomen van een urineweginfectie aanwezig zijn. Als de arts het vermoeden heeft dat er sprake is van een urineweginfectie, zal er bijna altijd een urineonderzoek worden gedaan. Dit wordt dan gedaan met een nitrietest. Alleen als de patiënt een gezonde, niet-zwangere vrouw is met een vermoeden van een urineweginfectie zal de arts mogelijk geen nitrietest doen. Voorwaarde is ook dat deze vrouw dan al eerder een urineweginfectie heeft gehad en de klachten hiervan duidelijk herkent.

Bij een nitrietest worden de waarden van nitriet in het urine gemeten, bacteriën zetten namelijk nitraat om in nitriet. Als er nitriet in de urine zit, is de kans op een urineweginfectie dus groot. Als er meer dan 11 mmol nitriet (NO_2) per liter in de urine wordt gevonden, is de nitrietest positief en zal de conclusie blaasinfectie worden getrokken²⁴.



²² <https://www.nhg.org/themas/publicaties/laboratoriumdiagnostiek-urineweginfecties-volledige-tekst>

²³ https://youtu.be/_OV9DzPz2fs

²⁴ <https://labuitslag.nl/urine/nitriet/>

Andere testmethodes

Soms zijn er ook nog andere testen betrokken bij het stellen van de diagnose, dit zijn leukotesten, erytesten, sedimenttesten en kweektesten.

Bij de leukotest wordt de urine getest op leukocyten, bij een urineweginfectie komt het soms voor dat er leukocyten (witte bloedcellen) in de urine voorkomen, dit is normaal niet zo²⁵.

Bij de erytest wordt de urine getest op erythrocyten (rode bloedcellen), in normale urine komen normaal geen rode bloedcellen voor en als er rode bloedcellen gemeten worden, kan hieruit de conclusie urineweginfectie worden getrokken.

Een sediment test bekijkt ook de urine, maar dan met een microscoop. Er wordt gekeken of er sediment (opgeloste stoffen) in de urine zit. Normaliter zit er (bijna) geen sediment in de urine en veel sediment in de urine is dus een indicatie voor een urineweginfectie²⁶. Deze niet-opgeloste stoffen komen meestal uit het bloed.

Bij een urinekweek wordt er in de urine gekeken welke bacterie er precies voorkomt, hierdoor kan er gericht worden behandeld²⁷.

De arts zal bij de diagnose eigenlijk een soort stappenplan uitvoeren, dit stappenplan is verschillend per bevolkingsgroep, onderverdeeld in:

- Gezonde, niet-zwangere vrouwen (twaalf jaar en ouder) met plasklachten en zonder koorts.
- Vrouwen (vanaf twaalf jaar) met plasklachten en koorts én patiënten vanaf twaalf jaar met plasklachten die onder de risicogroepen vallen.
- Kinderen (drie maanden tot twaalf jaar)

Risicogroepen

Een patiënt valt onder een risicogroep als:

- De patiënt een man is.
- De patiënt zwanger is.
- De patiënt afwijkingen heeft aan de nieren of aan de urinewegen.
- De patiënt een blaasstoornis of een permanente katheter heeft.
- De patiënt onder de twaalf jaar is.

Al deze factoren zorgen ervoor dat er een verhoogd risico is op weefselinvasie en/of verdere complicaties²⁸.

Stappenplannen voor het stellen van een diagnose

Tot nu toe gebruikten artsen de NHG-richtlijnen om een medicijn voor te schrijven, hieronder hebben we een voorbeeld van dat stappenplan.

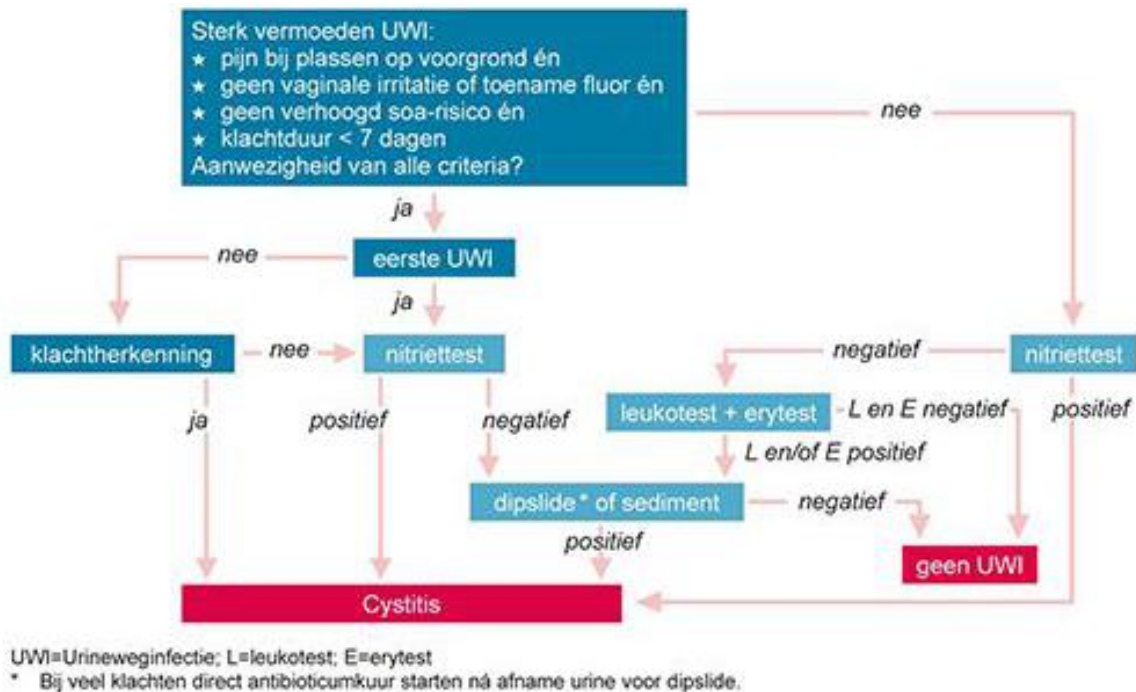
²⁵ https://richtlijnendatabase.nl/richtlijn/urine-incontinentie_bij_vrouwen/ui_urineonderzoek.html

²⁶ <https://www.nvkc.nl/zoek-een-test/?id=287>

²⁷ <https://www.mst.nl/p/Onderzoek/urinekweek/>

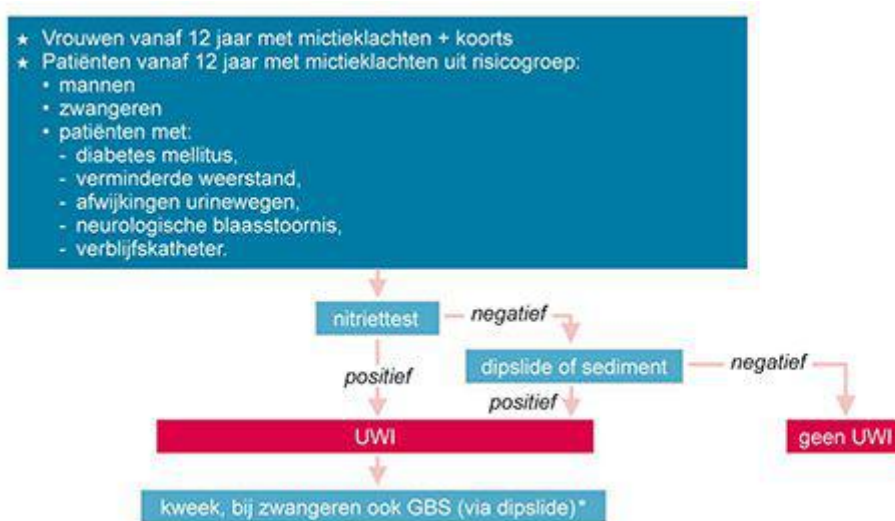
²⁸ <https://www.nhg.org/?tmp-no-mobile=1&q=node/1769#idp8890736>

Groep 1, gezonde, niet-zwangere vrouwen met plasklachten en zonder koorts



Hierbij is cystitis een blaasontsteking, en de verschillende testen die worden gebruikt staan hierboven beschreven. Er wordt hier ook erop gelet of er al eerder sprake is geweest van een blaasontsteking.

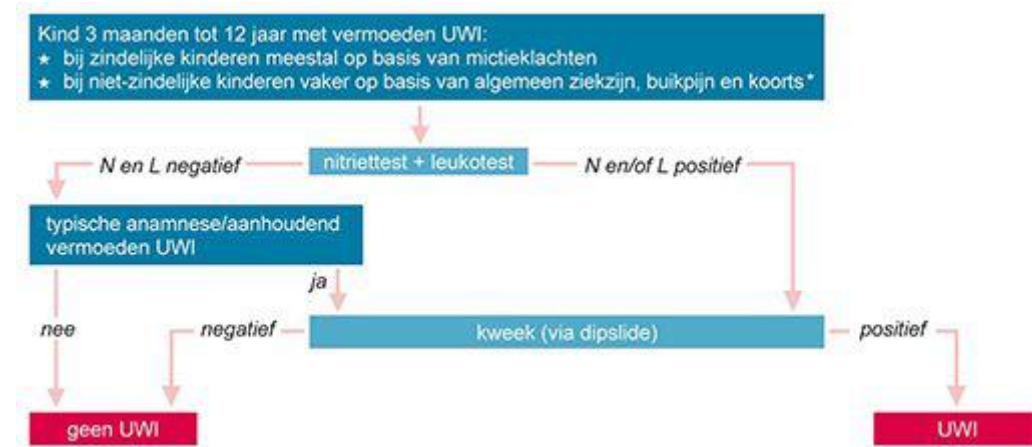
Groep 2, vrouwen met plasklachten en koorts én patiënten vanaf twaalf jaar met plasklachten die onder de risicogroepen vallen.



Bij deze groep is de diagnosestelling relatief eenvoudig, er kan altijd met een of twee testen bekeken worden of er sprake is van een urinerweginfecties, voornamelijk omdat deze groep extra

risico loopt.

Groep 3, kinderen tot twaalf jaar



Qua symptomen wordt hier nog onderscheid gemaakt tussen de symptomen, niet-zindelijke kinderen kunnen geen bijzondere mictieklachten hebben, ze kunnen namelijk niet zelfstandig plassen. Om deze reden wordt er vaak door de huisarts of de ouders urine afgenomen om vervolgens onderzocht te worden.

Hoe werkt de behandeling van urineweginfecties?

Als de conclusie urineweginfectie is getrokken, zal de huisarts of andere behandelende arts kijken of de patiënt onder een van de risicogroepen valt.

Een patiënt komt in de risicogroep als er een verhoogd risico is op weefselinvasie en/of verdere complicaties (zie:diagnose), dit is als:

- De patiënt een man is.
- De patiënt zwanger is.
- De patiënt afwijkingen heeft aan de nieren, als de nieren ook al geïnfecteerd zijn zal er een intensievere behandeling moeten zijn.
- De patiënt een blaasstoornis of een permanente katheter heeft.
- De patiënt onder de twaalf jaar is.

Ook zal er bekeken worden of er al sprake is van weefselinvasie, als dat het geval is zal er een andere behandeling zijn dan wanneer dit niet zo is.

Medicatiekeuze

Op basis van het wel of niet in de risicogroep zitten van de patiënt zal er medicatie worden voorgeschreven. Bij een urineweginfectie wordt er eigenlijk nooit geopereerd, behalve als serieuze complicaties zich voordoen, maar dan valt niet meer onder een urineweginfectie. Er wordt er gekeken naar de eerste keus, tweede keus en derde keus die mogelijk is wat betreft medicatie.

Deze indeling voor medicatie is onderverdeeld in verschillende groepen:

Gezonde, niet zwangere vrouwen

Bij gezonde, niet zwangere vrouwen met blaasontsteking is de eerste keus nitrofurantoïne, dit is óf 5 dagen lang twee dagelijkse dosissen van 100 milligram óf 5 dagen lang 4 dagelijkse dosissen van 50 milligram.

De tweede keuze is een eenmalige toediening van fosfomycine, dit gebeurt twee uur na een maaltijd en het liefst voordat de patiënt gaat slapen.

De derde keus is 3 dagelijkse dosissen van 300 milligram trimethoprim.

Binnen drie tot vijf dagen zouden de klachten verminderd moeten zijn, zoniet wordt er opnieuw een urineonderzoek gedaan en soms een ander geneesmiddel gegeven^{29 30 31}.

Terugkerende blaasontsteking

Bij een terugkerende blaasontsteking wordt vooral gekozen voor behandeling met weinig contact met een arts, dit is dan vaak ook met antibiotica. Hierbij is de eerste keuze een vijfdaagse behandeling met nitrofurantoïne, dit zijn dan twee dagelijkse dosissen van 100 milligram of 4 dagelijkse dosissen van 50 milligram.

Bij drie of meer blaasontstekingen per jaar kijkt de arts naar een behandeling om ten eerste de huidige urineweginfectie te stoppen, maar wordt er ook gekeken hoe je kunt voorkomen dat er meer urineweginfecties ontstaan. Het voorkomen van nieuwe urineweginfecties wordt profylaxe genoemd.

Deze profylaxe gebeurt óf met voortdurende antibioticabehandeling óf met cranberryproducten. Hier ligt de voorkeur bij cranberryproducten, omdat er anders een kans is dat bacteriën resistentie ontwikkelen tegen antibiotica³².

Bij de behandeling met cranberryproducten wordt er gekozen voor cranberrytabletten (2 keer per dag 500 milligram) of cranberrysap. Dit werkt omdat er proanthocyanidinen in cranberrysap zitten. Deze proanthocyanidinen hechten zich aan de blaaswand, waardoor er geen bacteriën een infectie kunnen veroorzaken. Voor de effectiviteit van deze cranberryproducten is niet veel bewijs, wel is er een onderzoek gedaan door The American Journal of Clinical Nutrition, waarbij de testgroep die cranberryproducten gebruikte daadwerkelijk minder blaasinfecties had³³.

Voor de behandeling met antibiotica bij een terugkerende urineweginfectie wordt er 6 tot 12 maanden nitrofurantoïne (50 tot 100 milligram) óf trimethoprim (100 milligram) toegediend. Dit gebeurt één keer per dag voordat de patiënt gaat slapen.

²⁹ <https://www.nhg.org/standaarden/samenvatting/urineweginfecties>

³⁰

https://proef.cme-online.nl/uploads/72/QW/72QWsUCDrw5RI0HWA-VRzg/cme_apoass_urineweginfecties_samenvatting.pdf

³¹ Noot: voor de rest van de informatie over de behandeling zijn voornamelijk de twee bovenstaande bronnen gebruikt, ze zullen niet bij ieder stukje opnieuw vermeld worden maar zijn wel gebruikt.

³² https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/ecoli_folder_LR.pdf

³³ <https://academic.oup.com/ajcn/article/103/6/1434/4569625>



Zwangere vrouwen (blaasontsteking)

Als er alleen sprake is van een blaasontsteking bij zwangere vrouwen, zal de eerste keus nitrofurantoïne zijn voor 7 dagen, dit is dan tweemaal daags 100 milligram of viermaal daags 50 milligram. Dit middel mag niet gebruikt worden vlak voor de bevalling, de rode bloedcellen van de ongeboren baby kunnen namelijk aangetast worden³⁴.

De tweede keus is in dit geval amoxicilline in combinatie met clavulaanzuur, clavulaanzuur ondersteunt en versterkt in dit geval de werking van amoxicilline³⁵. Dit wordt 5 dagen lang toegediend met 3 dagelijkse dosissen, met 500 gram amoxicilline en 125 gram clavulaanzuur.

Risicogroep

Een patiënt komt normaal gesproken in de risicogroep als er een verhoogd risico is op weefselinvasie en/of verdere complicaties, dit is als:

- De patiënt een man is.
- De patiënt zwanger is.
- De patiënt afwijkingen heeft aan de nieren of alleen aan de urinewegen, als de nieren ook al geïnfecteerd zijn zal er een intensievere behandeling moeten zijn.
- De patiënt een blaasstoornis of een permanente katheter heeft.

34

<https://www.apotheek.nl/medicijnen/nitrofurantoïne#mag-ik-dit-medicijn-gebruiken-als-ik-zwanger-ben-wil-worden-of-borstvoeding-geef>

35

<https://www.apotheek.nl/medicijnen/amoxicilline-met-clavulaanzuur?product=amoxicilline-clavulaanzuur>

- De patiënt onder de twaalf jaar is.

In dit geval komt de patiënt alleen in de risicogroep als hij/zij een blaasstoornis of katheter heeft of als de patiënt een man is. De andere factoren zijn niet van toepassing omdat die groepen licht verschillende behandeling krijgen.

Bij de mannelijke patiënten en de patiënten met een blaasstoornis of katheter is de eerste keuze voor een medicijn nitrofurantoïne, dit wordt 7 dagen toegediend met 2 dagelijkse dosissen van 100 milligram of 4 dagelijkse dosissen van 50 milligram. De tweede keus is trimethoprim, 7 dagen, met één dosis per dag voor het slapengaan, deze dosis is 300 milligram.

Tekenen van weefselinvasie bij niet-zwangere vrouwen en mannen (nierbekkenontsteking)

Als er tekenen van weefselinvasie zijn bij niet-zwangere vrouwen (ouder dan 16), zal de eerste keus voor een antibioticum ciprofloxacin zijn, dit zal 7 dagen worden toegediend, tweemaal daags 500 milligram.

De tweede keus zal amoxicilline in combinatie met clavulaanzuur zijn voor 10 dagen, met 500 milligram amoxicilline en 125 milligram clavulaanzuur.

De derde optie is het innemen van cotrimoxazol, cotrimoxazol is een combinatie van trimethoprim met sulfamethoxazol, in de verhouding 1:5, dit wordt 10 dagen ingenomen met 2 dagelijkse dosissen van 960 milligram. Dit is dan 160 gram trimethoprim en 800 gram sulfamethoxazol

Bij mannen met tekenen van weefselinvasie zal de medicijnkeuze hetzelfde zijn, maar alle medicijnen zullen 14 dagen worden ingenomen in plaats van 7 of 10 dagen.

Kinderen onder twaalf jaar met alleen een blaasontsteking

Bij kinderen moet er uiteraard rekening worden gehouden met de dosissen, omdat ze nog klein zijn en niet veel antibiotica kunnen verdragen. Hier zijn richtlijnen voor en ook bij urineweginfecties moet hieraan gehouden worden³⁶.

De eerste keuze zal nitrofurantoïne zijn, dit zal 5 dagen worden toegediend. Het kind zal tussen de 5 en 6 milligram per kilogram lichaamsgewicht krijgen, dit wordt verdeeld over 4 giften ingenomen. Wel wordt er hierbij een maximum gehandhaafd van maximaal 400 milligram per dag.

De tweede keus is amoxicilline in combinatie met clavulaanzuur. Hierbij wordt er dagelijks 30 milligram amoxicilline en 7,5 milligram clavulaanzuur per kilogram lichaamsgewicht toegediend. Dit gebeurt 3 dagen lang en wordt verdeeld over 3 giften per dag. Er wordt ook hier een maximum gehandhaafd, van 3 gram amoxicilline en 750 milligram clavulaanzuur per dag.



³⁶ www.kinderformularium.nl

Tekenen van weefselinvasie bij kinderen onder twaalf jaar (nierbekkenontsteking)

Als er al tekenen zijn van weefselinvasie en er dus sprake is van een nierbekkenontsteking zal er als eerste keus worden gekozen voor een behandeling met amoxicilline in combinatie met clavulaanzuur. Dit wordt 10 dagen toegediend met 50 milligram amoxicilline per kilogram lichaamsgewicht en 12,5 milligram clavulaanzuur per kilogram lichaamsgewicht. Dit wordt dagelijks verdeeld over drie giften, met maximaal 3 gram amoxicilline en maximaal 750 milligram clavulaanzuur per dag.

De tweede keus is een tiendaagse behandeling met cotrimoxazol.



Overige adviezen

Naast antibiotica zijn er enkele andere adviezen die bij iedere van deze groepen worden aangeraden om te volgen.

Hieronder valt:

- Veel drinken:
- Naar de toilet gaan niet uitstellen:
- Tijdens het plassen proberen alle urine eruit te krijgen.

Al deze bovenstaande dingen zorgen ervoor dat bacteriën zich niet ophopen³⁷.

Ook wordt er aangeraden cranberrysap te drinken. Dit bevat proanthocyanidinen, deze proanthocyanidinen hechten zich aan de blaaswand. Hierdoor kunnen er zich geen (extra) bacteriën aan de blaaswand hechten en zullen sommige bacteriën 'losgeweekt' worden van de blaaswand, waardoor de blaasontsteking sneller verholpen wordt^{38,39}. Het drinken van cranberrysap helpt ook bij het voorkomen van urineweginfecties.

³⁷

<https://www.gezondheidsplein.nl/dossiers/blaasontsteking-bij-vrouwen/blaasontsteking-voorkomen-of-zelf-verhelpen/item118306>

³⁸

<https://www.dokterdokter.nl/gezond-leven/eten-drinken/cranberrys-tegen-blaasontsteking/item27729>

³⁹

<https://www.lumc.nl/over-het-lumc/nieuws/2014/jan-jun/140113114521222/>

Daarnaast is het ook raadzaam om bij de diagnose van een urineweginfectie een dieet te hebben met weinig suiker, sommige bacteriën in de blaas voeden zich namelijk met suikers, met het eten van weinig suiker ontnemen je de voedingsstoffen van deze bacteriën⁴⁰.

Conclusie

Als er eenmaal duidelijk is dat een patiënt een urineweginfectie heeft, zal de behandeling bestaan uit medicijnen. Er zijn verschillende medicijnen die gekozen kunnen worden voor de behandeling, de keuze hiervoor wordt gebaseerd op enkele factoren. Deze factoren zijn onder andere leeftijd, of de patiënt eerder behandeld is voor een urineweginfectie en of de patiënt in een risicogroep valt. Ook zijn er nog enkele adviezen die een patiënt met een urineweginfectie moet volgen, dit is bijvoorbeeld veel drinken en op tijd naar de wc gaan.

Onze hypothese dat de huidige behandeling van urineweginfecties werkt met behulp van een verandering van de levensstijl en waarschijnlijk ook medicatie klopt.

40

<https://www.gezondheidsplein.nl/dossiers/blaasontsteking-bij-vrouwen/blaasontsteking-voorkomen-of-zelf-verhelpen/item118306> ?

H3: Hoe werkt de aanpak met data:

In hoofdstuk 3 leggen we uit wat Big Data is en hoe het gebruik van Big Data in de geneeskunde werkt.

Wat is Big Data?

Er zijn verschillende omschrijvingen van Big Data. Volgens ICT-bedrijf IBM gaan Big Data over het geautomatiseerd analyseren, en correleren van grote hoeveelheden diverse data, om daar vervolgens kennis, wijsheid en voorspellingen uit te halen⁴¹.

Om te kwalificeren voor de term “Big Data” moeten er aan drie eisen voldaan worden.

- **Hoeveelheid:** Er moet een grote hoeveelheid data binnenkomen.
In de zorg zijn heel erg veel patiënten. Er zijn alleen in Amsterdam al 113.000⁴² ANW consulten geweest.
- **Kwaliteit:** De data kan fouten bevatten.⁴³
Dit is ook van toepassing aangezien er meetfouten kunnen worden gemaakt.
- **Snelheid:** Er moet een constante stroom aan data binnenkomen.
Hieraan wordt voldaan in de medische zorg aangezien er constant patiënten zijn..⁴⁴

Hoe werken huidige behandelmethodes met Big Data?

Big Data kan oplossingen bieden voor verscheidene problemen in de zorg. Met behulp van big data kunnen een heleboel gegevens onderzocht worden en met behulp van deze gegevens kunnen tekorten aan kennis ingevuld worden, zodat de exacte oorzaak van een ziekte bepaald en de behandelingen van (chronische) ziektes verbeterd kunnen worden. Door de verwerking van Big Data komt informatie beschikbaar die leidt tot beter inzicht en betere besluitvorming door artsen. De mogelijkheden zijn eindeloos⁴⁵.

Hoe werken deze behandelmethodes?

De ontwikkeling van behandelmethodes met behulp van Big Data werken op vele verschillende manieren, maar bij veel programma's is de overeenkomst dat er een input wordt ingevoerd met informatie over de patiënt. Deze input kan bijvoorbeeld de leeftijd van

⁴¹ <https://www.medischcontact.nl/arts-in-spe/nieuws/ais-artikel/big-data-als-medisch-instrument.htm>

⁴² <https://www.zorgprismapubliek.nl/producten/huisartsenzorg/ontwikkeling-huisartsenzorg/ontwikkeling-aantal-patienten/>

⁴³ https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data

⁴⁴ <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>

⁴⁵ Big data in de zorg, Leo Ottes

een patiënt zijn, maar het kan ook de bloeddruk of de aanwezigheid van een voorgeschiedenis zijn.

Vervolgens zal het programma op basis van vele duizenden andere gegevens van andere patiënten deze input analyseren en zal er een output uitkomen. Deze output kan de slagingskans van medicijnen zijn, maar kan ook een suggestie voor een behandeling zijn.

De arts maakt uiteindelijk zijn beslissing aan de hand van de suggestie.

Hieruit valt uiteraard op te maken dat een computerprogramma niet onafhankelijk een patiënt kan behandelen, er zal altijd een arts bij betrokken zijn die uiteindelijk de beslissingen maakt.

Een voorbeeld van een dergelijke ondersteuning met behulp van Big Data is een onderzoek dat Carolyn McGregor uitvoert met hulp van het IBM en de universiteit van Ontario in enkele ziekenhuizen. De gegevens van te vroeg geboren baby's (hartslag, ademhaling en zuurstofgehalte) worden geregistreerd. De software kan vervolgens hele kleine veranderingen in de hartslag registreren, deze veranderingen kunnen wijzen op een LONS-infectie. Deze kleine veranderingen in de hartslag zijn niet detecteerbaar voor artsen, maar wel voor de software. Als dit vroeg geregistreerd wordt, kan het cruciaal zijn voor de behandeling⁴⁶.

Pacmed

Big data wordt ook bij het bedrijf Pacmed gebruikt. Pacmed is een bedrijf uit Amsterdam waar data scientists samenwerken met huisartsen om zo programma's te maken voor medische beslissingsondersteuning .



⁴⁶ <https://www.medischcontact.nl/arts-in-spe/nieuws/ais-artikel/big-data-als-medisch-instrument.htm>

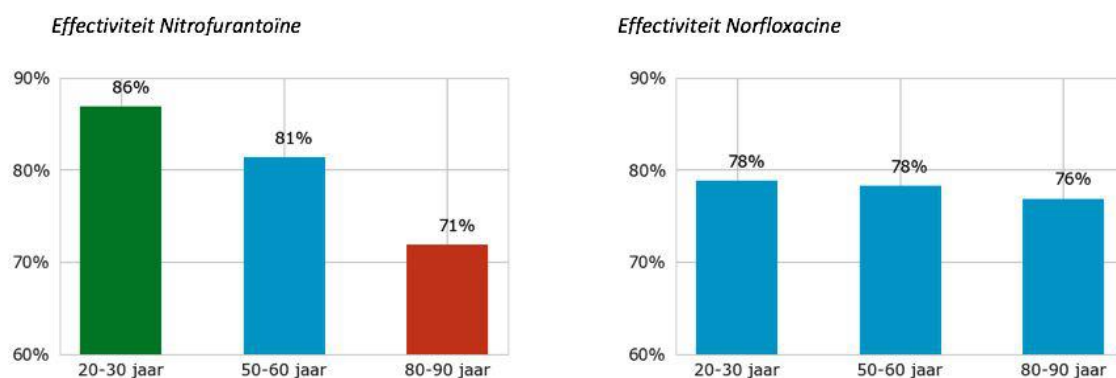
Behandelkeuze voor urineweginfecties

Net zoals wij dat in dit profielwerkstuk doen, is Pacmed ook met urineweginfecties bezig geweest.

Voordat het programma van Pacmed werd gemaakt en geïmplementeerd, baseerden huisartsen hun keuze voor de behandeling van een urineweginfectie op de NHG-standaard en hun eigen ervaring. De NHG (Nederlandse Huisartsen Genootschap)-standaard is een niet-dwingende richtlijn voor huisartsen⁴⁷. De NHG-standaard is gebaseerd op laboratorium data over resistentie, twee studies en tientallen gerandomiseerde onderzoeken met controlegroep. Aan deze studies en onderzoeken deden in totaal 22.000 vrouwen mee.

Het algoritme van Pacmed heeft een grotere en meer gevarieerde database van ruim 200.000 mensen gebruikt voor hun programma, waardoor het ook meer accuraat zal zijn dan de relatief kleine database van de andere onderzoeken. In de database van Pacmed zijn ook mannen, zwangere vrouwen, ouderen, kinderen en mannen/vrouwen met diabetes betrokken. Al deze factoren hebben vaak ook invloed op de medicijnkeuze en de ondersteuning voor de medicijnkeuze van het programma van Pacmed zal dus vaak geraffineerder zijn dan die van de NHG-richtlijn⁴⁸.

In het programma van Pacmed wordt informatie over de patiënt ingevoerd, dit zijn factoren als leeftijd, hoeveelste urineweginfectie, geslacht, eerder voorgeschreven medicatie, aanwezigheid van tekenen van weefsel klachten en de aanwezigheid van diabetes/zwangerschap. Al deze factoren hebben invloed op de effectiviteit van verschillende medicijnen.



Hierboven is de voorspelde effectiviteit te zien van de medicijnen nitrofurantoïne en norfloxacin. Het is goed te zien hoe leeftijd veel meer effect heeft op de werking van nitrofurantoïne dan op de werking van norfloxacin.

⁴⁷

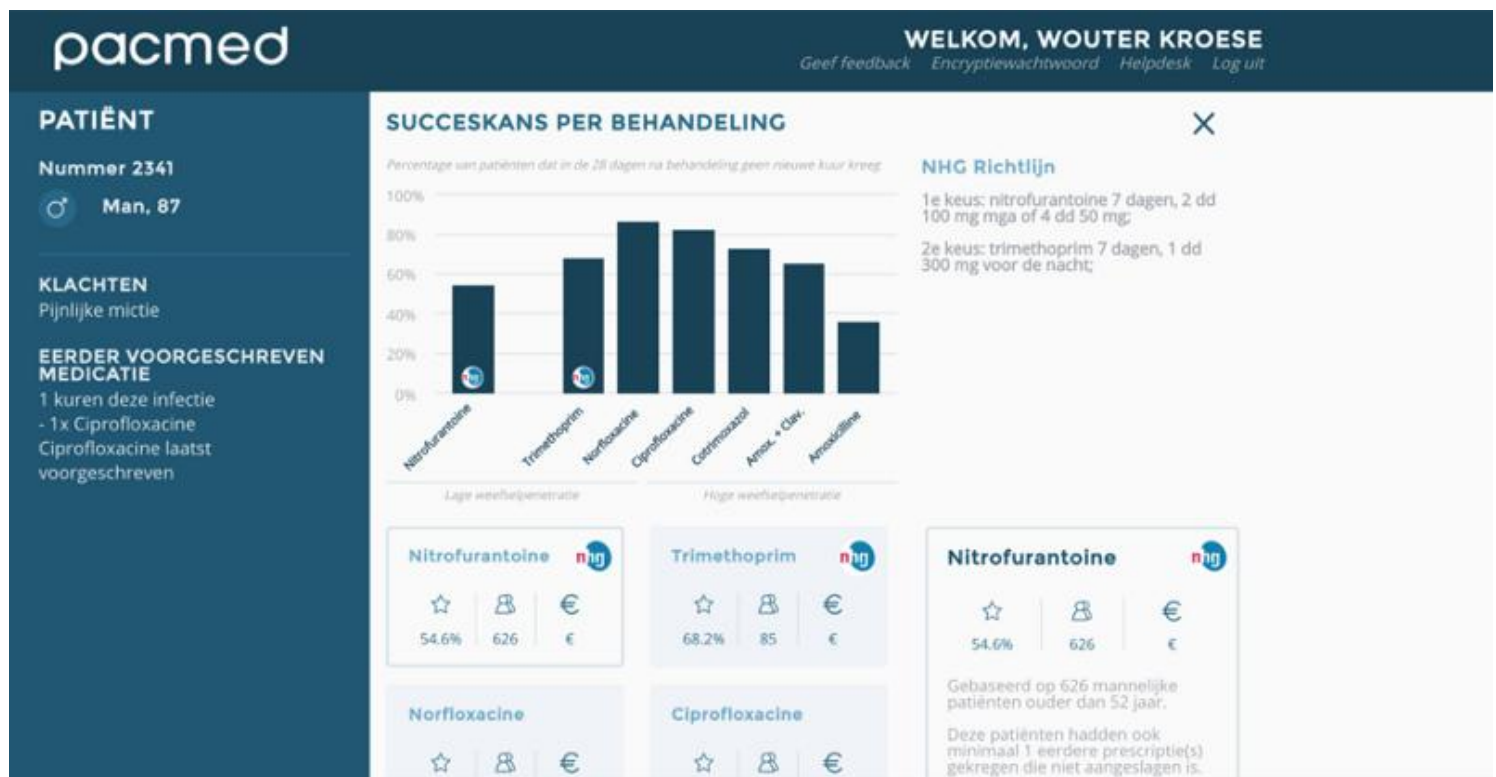
<https://www.nhg.org/veelgestelde-vragen/welke-betekenis-hebben-de-nhg-standaarden-moet-een-huisarts-deze-opvolgen>

⁴⁸ <https://medium.com/@Pacmedhealth/big-data-in-de-spreekkamer-van-de-huisarts-ecbc7b3547de>

Nadat het programma al deze gegevens heeft geanalyseerd, worden ze vergeleken met de ruim 200.000 andere gegevens en zal daar uiteindelijk per mogelijk medicijn een succeskans bij behandeling uitkomen. Ook zal het programma een advies voor een bepaald medicijn geven. Hierna kan een huisarts de uiteindelijke medicijnkeuze bepalen, nadat alles op een rijtje is gezet. Op deze manier hoeft een huisarts niet alleen zijn eigen ervaring te gebruiken, maar kan de huisarts ook gebruik maken van honderdduizenden eerdere gevallen van urineweginfecties.

Ons programma zal op een vergelijkbare manier werken, er worden factoren ingevoerd van de patiënt (iets minder dan in het programma van Pacmed) en hieruit wordt de slagingskans van verschillende medicijnen bepaald en gegeven. Onze dataset bestaat uit 43.000 patiënten in plaats van ruim 200.000 en dit zal dus iets minder accuraat zijn maar wij verwachten dat het goed zal werken.

Hieronder staat een screenshot uit het programma van Pacmed, er is te zien dat het gaat om een mannelijke patiënt van 87. Er is al eerder medicatie voorgeschreven aan de patiënt bij deze urineweginfectie. Dit zal invloed hebben op de medicijnkeuze. Bovenaan staan de verschillende succesansen en onderaan wordt de conclusie getrokken dat nitrofurantoïne waarschijnlijk het meest geschikte medicijn is. De huisarts zal dus waarschijnlijk kiezen voor de aangeraden 7-daagse nitrofurantoïne kuur, tenzij er een bijzondere reden is om dit niet te doen.



H4: Programma maken

In dit hoofdstuk bespreken we hoe ons programma gemaakt hebben en welke beslissingen we vooraf gemaakt om ons plan te realiseren.

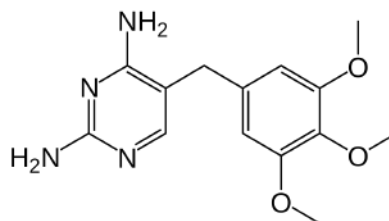
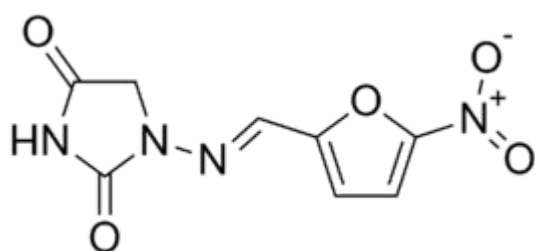
Om ons programma te maken wilden we graag PacMeds implementatie vereenvoudigen. We hebben voor deze versimpelde versie gekozen zodat het voor ons ook haalbaar was om te maken. Ons modernistisch en minimalistisch ontwerp laat duidelijk zien welk medicijn wordt aangeraden en de slagingskansen van de overige medicijnen.

Onderzoeksmethode

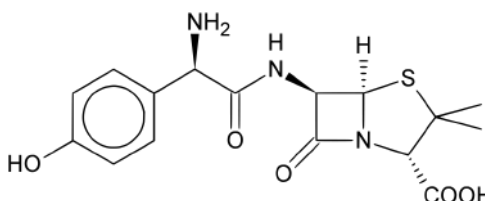
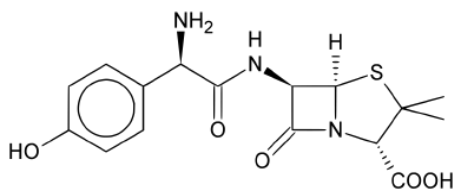
Medicijnkeuze binnen ons programma

Voor het programma dat gemaakt zal worden, zullen maar vier medicijnen relevant zijn, in de data van 43000 patiënten zijn namelijk alleen deze vier medicijnen gebruikt. Dit is ook een van de redenen dat het altijd belangrijk is dat er een arts betrokken is bij de keuze van een behandeling. De output van het programma neemt namelijk bepaalde medicijnen niet mee, maar er kunnen factoren zijn die ervoor zorgen dat het nodig is om een ander medicijn te gebruiken. Zo kan er namelijk sprake zijn van opgebouwde bacteriële resistentie of kan een bepaalde patiënt niet goed reageren op een bepaald medicijn.

De medicijnen die in ons programma gebruikt worden zijn nitrofurantoïne, de combinatie van amoxicilline met clavulaanzuur, trimethoprim en ciprofloxacin.

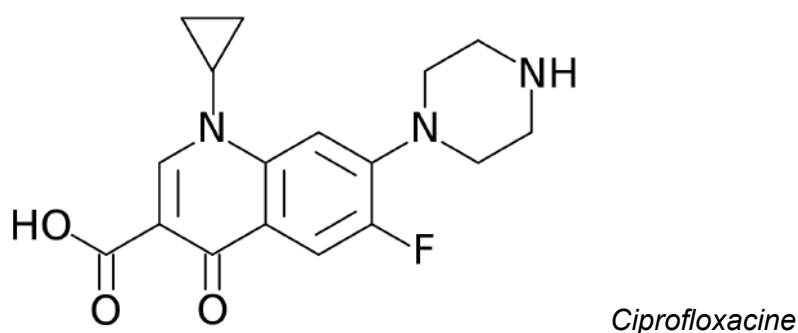


Nitrofurantoïne(links) en trimethoprim(rechts)



*Amoxicilline(links) en
(rechts)*

clavulaanzuur



Dataset

Om ons programma te maken moesten we eerst de dataset analyseren. We hebben gekeken in welk formaat de data werd geformuleerd, welke factoren per patiënt beschikbaar waren en welke van de gegeven factoren het belangrijkste zijn.

Hierna hebben we alle patiënten weggehaald waarbij de behandeling niet succesvol was. Dit verkleinde onze dataset van zo'n 40.000 patiënten in naar 34.000. Dit is natuurlijk nadelig omdat het programma minder data heeft. De reden om dit te doen was zodat het programma alleen zou leren wat correct was. Al's kunnen ook leren met waardes waarvan duidelijk is dat ze incorrect zijn, maar dit is wel een stuk ingewikkelder. Dat zou buiten de reikwijdte van een profielwerkstuk liggen.

Factoren buiten beschouwing

Vervolgens hebben we de factoren waarvan we dachten dat ze weinig invloed zouden hebben en het programma zou compliceren, weggelaten. Hiermee verminderen we de nauwkeurigheid van het programma maar verlagen we ook de trainingstijd en het vereiste vaardigheidsniveau van ontwikkeling. De factoren die we hebben weggehaald zijn:

- medicatie_naam: Deze is dubbelop met medicatie_code
- jaar_van_ziekte: Afgezien van nationale vervuiling/andere milieurampen zagen wij niet hoe deze factor relevant was
- richtlijn_eerste_keus: Wij hebben de richtlijn eerste keuze gebruikt om te checken of ons antwoord klopte. Wij hebben deze niet gebruikt aangezien het programma deze zelf moest uitzoeken. Het moet zelf nieuwe verbanden leggen wat de richtlijnen misschien niet gelukt is.
- richtlijn_tweede_keus: Richtlijnen vervallen
- richtlijn_derde_keus: Richtlijnen vervallen

Factoren die we hebben gebruikt:

Factor naam	Data vorm	Toelichting
medicatie_code	0, 1, 2, 3	Herhaalde blaasontstekingen moeten anders behandeld worden of kunnen aangeven dat het gebruikte medicijn niet effectief was.
medicatie_is_weefselpenetrerend	0 = false, 1 = true	Geeft aantal eerdere behandelingen aan.
leeftijd_cat	0,1,2,3	Geeft gebruikte medicijn aan (wordt gebruikt om te testen)
geslacht	0 = man, 1 = vrouw	
urinewegklachten	0 = false, 1 = true	
tekenen_van_weefselinvasie	0 = false, 1 = true	
diabetes	0 = false, 1 = true	
zwanger	0 = false, 1 = true	
patient_zit_in_nhg_risicogroep	0 = false, 1 = true	

Hierna hebben we de data types omgezet naar een formaat waar ons programma makkelijker mee kon werken.

Medicijn Codes

Original ID	ID in AI	Medicine Name
J01XE01	0	nitrofurantoin
J01CR02	1	amoxicilline en enzyme inhibitor
J01EA01	2	trimethoprim
J01MA02	3	ciprofloxacin

Geslacht Codes

Original ID	ID in AI	Opmerking
1	0	Man
2	1	Vrouw

Leeftijd Codes

Original ID	ID in AI
20 - 40	0
40 - 60	1
60 - 80	2
80 - 100	3

Verder moesten we uitzoeken hoe je überhaupt zo'n soort programma maakt en wat voor AI framework we zouden gebruiken. Het framework was snel gekozen. We kozen TensorFlow (TF). Dit framework hebben we gekozen, omdat er veel documentatie beschikbaar was en we al enige eerdere informatie hadden bekeken.

Om uit te vinden hoe TF te gebruiken hebben we naar de tutorials gekeken op <https://www.tensorflow.org/>. We hebben een paar gevolgd.

Wij hebben als eerste de tutorial "Train your first neural network: basic classification"⁴⁹ gevolgd. Het doel van deze tutorial was om een kledingstuk te kunnen herkennen en classificeren. Van deze tutorial hebben we geleerd hoe we een outputtabel moesten maken en hoe we labels van de CSV data moesten gebruiken. [Ons resultaat van de tutorial.](#)

Stappenplan

Ons stappenplan tot nu toe was:

1. Bekijk data
2. Analyseer data
3. Converteer data
4. Importeer data in TF
- 5. magische dingen**
6. exporteer resultaat

Wij hebben hebben het zelf nadenken van het programma "Magische dingen" genoemd.

Testen

Om te testen of een programma werkt, hebben we een andere versie geschreven die bestaande antwoorden vergeleek met het antwoord van het programma. Hieruit bleek dat ons programma ongeveer 70% accuraat was.

⁴⁹ https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/basic_classification

Magische dingen

- Ons trainingsprogramma werkt doordat het de dataset download.

```
DATA_URL = 'https://cdn.lucacastelnuovo.nl/pws/pre_data.csv'
dataframe = pd.read_csv(DATA_URL)
```

- Hier splitsen we de data, een deel te trainen en een deel om te testen.
- ```
train, test = train_test_split(dataframe, test_size=0.01)
```

- De namen van de csv kopjes toewijst.

```
feature_columns = [
 feature_column.numeric_column("leeftijd_cat"),
 feature_column.numeric_column("geslacht"),
 feature_column.numeric_column("urine_wegklachten"),
 feature_column.numeric_column("tekenen_van_weefselinvasie"),
 feature_column.numeric_column("diabetes"),
 feature_column.numeric_column("zwanger"),
 feature_column.numeric_column("patient_zit_in_nhg_risicogroep")
]
```

- De data geïnterpreteerd wordt door TF

```
def input_fn(features, labels, shuffle=True, batch_size=256):
 dataset = tf.data.Dataset.from_tensor_slices((dict(features), labels))

 if shuffle:
 dataset = dataset.shuffle(1000).repeat()

 return dataset.batch(batch_size)
```

- Shuffle de train data

```
train_ds = input_fn(train, train_y)
```

- Definieer het leersysteem

```
classifier = tf.estimator.DNNClassifier(
 feature_columns=feature_columns,
 hidden_units=[40, 10], # Two hidden layers of 10 nodes each.
 n_classes=4 # The model must choose between 4 medicines.
)
```

- Start het leren

```
classifier.train(
 input_fn=lambda: input_fn(train, train_y),
 steps=5000
)
```

- Test nauwkeurigheid

```
eval_result = classifier.evaluate(
 input_fn=lambda: input_fn(test, test_y, shuffle=False)
)
```

```
print("Accuracy: {accuracy:0.3f}\n".format(**eval_result))
```

- Creëer tabel

```
def input_fn(features, batch_size=1024):
 return tf.data.Dataset.from_tensor_slices(dict(features)).batch(batch_size)
```

```
def comma_to_percentage(number):
 return number * 100
```

```
def calculate_medicine(patient):
 # Because `predictions_object` is an "generator", weird stuff happens here
 predictions_object = classifier.predict(input_fn=lambda: input_fn(patient))
 for prediction_item in predictions_object:
 prediction_output = map(
 comma_to_percentage,
 prediction_item['probabilities']
)
 prediction_output = list(prediction_output)
```

```
Plot graph
title = 'Urinaltract infection treatment prediction'
ind = np.arange(4) # the x locations for the groups
fig = plt.figure(
 figsize=(5, 7),
 num=title
)
ax = fig.add_subplot(111)
```

```
resultBars = ax.bar(ind, prediction_output, 0.3, color='#777777')
```

```
Set labels on the x/y-axes
ax.set_ylabel('Success Probability (%)')
ax.set_xticks(ind)
ax.set_xticklabels(
 (
 'Nitrofurantoin',
 'Amoxicilline',
 'Trimethoprim',
 'Ciprofloxacin'
)
)
```

)

*# Set labels above bars*

*for result\_bar in result\_bars:*

*h = result\_bar.get\_height()*

*ax.text(*

*result\_bar.get\_x() + result\_bar.get\_width() / 2.,*

*1.01 \* h,*

*'{0:.1f}%'.format(float(h)), # Label*

*ha='center',*

*va='bottom'*

*)*

*# Highlight the highest result*

*best\_prediction = np.argmax(prediction\_output)*

*result\_bars[best\_prediction].set\_color('blue')*

*# Display the graph*

*plt.title(title)*

*plt.show()*

- Input systeem

*def choose\_medicine():*

*# Get patient details*

*leeftijd\_cat = int(input(*

*"Welke leeftijdscategorie (0 = 20-40, 1 = 40-60, 2 = 60-80, 3 = 80-100): ")*

*geslacht = y\_n\_input("Is vrouw: ")*

*urinewegklachten = y\_n\_input("Last van urinewegklachten: ")*

*tekenen\_van\_weefselinvasie = y\_n\_input(*

*"Heeft tekenen van weefselinvasie: ")*

*diabetes = y\_n\_input("Heeft diabetes: ")*

*zwanger = y\_n\_input("Is zwanger: ")*

*patient\_zit\_in\_nhg\_risicogroep = y\_n\_input("Zit in NHG risico groep: ")*

*patient = {*

*'leeftijd\_cat': [leeftijd\_cat],*

*'geslacht': [geslacht],*

*'urinewegklachten': [urinewegklachten],*

*'tekenen\_van\_weefselinvasie': [tekenen\_van\_weefselinvasie],*

*'diabetes': [diabetes],*

*'zwanger': [zwanger],*

*'patient\_zit\_in\_nhg\_risicogroep': [patient\_zit\_in\_nhg\_risicogroep]*

*}*

*calculate\_medicine(patient)*

*choose\_medicine()*

*choose\_medicine()*

## Problemen

Tijdens het process van het creëren van ons programma kwamen we meerdere problemen tegen. Eén van onze problemen was het importeren van de excel data in het programma. Dit hebben we opgelost door de data te exporteren naar csv formaat. Dit had echter wel als gevolg dat we een ander soort methoden moesten gebruiken dan in de tutorials was aangegeven.

Een ander probleem dat we tegenkwamen is hoe we de output moesten creëren. We hebben er toen voor gekozen om een staafdiagram te gebruiken en de beste te verlichten.

Aangezien we een ander systeem dan de tutorials gebruikten, kwamen we ook het probleem tegen dat het programma niet altijd het correcte antwoord gaf. Dit zou kunnen komen door te weinig data, maar dat lijkt ons niet waarschijnlijk. Het zou ook kunnen komen dat we een extra laag neuronen moeten toevoegen. Dit was ons niet gelukt.



## H5: Analyse

In dit hoofdstuk vergelijken we de traditionele wijze waarop huisartsen hun beslissingen voor een bepaalde medicatie of behandeling van een urineweginfecties bepalen zoals beschreven in hoofdstuk 2 met de mogelijkheden die artsen hebben als zij bij hun medicatie of behandelingsbeslissing ondersteund worden door Big Data . Ook kijken we naar de werking van het programma. Voor de discussie over de functionaliteit van ons programma en vergelijkbare programma's van Pacmed zullen we ons richten op twee onderdelen. Het eerste onderdeel is hoe goed het echt werkt en hoe goed het te gebruiken is. Het tweede richt zich deel op de ethiek van dit onderwerp.

### Hoe goed werkt het?

Wij hebben ons programma uiteraard niet kunnen testen op echte patiënten, maar we hebben nog wel getest met een deel van de database dat niet gebruikt was voor het learning gedeelte van het proces. Bij deze testgevallen kwam er iedere keer het juiste medicijn uit dat ook daadwerkelijk gebruikt was bij de behandeling. In dit opzicht werkte ons programma goed. Wel zijn er enkele problemen bij de software voor de beslissingsondersteuning. Een probleem dat was opgetreden was, dat er in de database die aan ons ter beschikking was gesteld maar vier verschillende medicijnen waren gebruikt (nitrofurantoïne, de combinatie van amoxicilline met clavulaanzuur, trimethoprim en ciprofloxacin). In de NHG-standaard richtlijn zijn ook nog enkele andere medicijnen beschreven die soms gebruikt moeten worden. Als er een reden zou zijn om een van de andere medicijnen toe te dienen, zou ons programma dat niet meenemen in de keuze en is er de mogelijkheid dat het juiste medicijn niet wordt aangeraden. Wij weten niet of dit ook het geval was bij de database die Pacmed heeft gebruikt voor hun programma, als deze medicijnen daar namelijk wel in stonden, is er daarin geen probleem en zou hun programma in dat opzicht goed werken.

Een laatste probleem wat betreft functionaliteit, wat zowel betrekking heeft op ons programma als dat van Pacmed: er moet altijd nog een arts bij het proces betrokken zijn. Een arts moet altijd de uiteindelijke keuze maken voor een behandeling. Er zijn namelijk, zeker in de geneeskunde, altijd uitzonderingen. Ook moet de arts de gegevens van de patiënt invoeren in het programma en onderzoeken of er comorbiditeiten als diabetes aanwezig zijn die invloed hebben op de medicijnkeuze. Het programma kan niet onafhankelijk handelen en er zal dus altijd een arts goed op moeten letten. Maar dit "probleem" kan ook als een voordeel gezien worden. Voor veel patiënten is het in elk geval voorlopig nog gemakkelijker om iets aan te nemen van een arts dan van een machine.

### Ethiek

Het ethische dilemma dat altijd zal spelen bij big data is gegevensbescherming en hoe de patiënt het vindt om zijn gegevens te delen. Medische gegevens zijn vaak erg persoonlijk en

ook al valt dit misschien nog wel mee bij de benodigde gegevens voor de behandeling van een urineweginfectie, het is goed voor te stellen dat mensen liever niet willen dat hun gegevens in andere handen komen. Big data is uiteraard ook zo anoniem mogelijk, maar het blijkt vaak dat door het combineren van gegevens, er vaak toch gevonden kan worden over wie het gaat<sup>50</sup>.

Zo is recentelijk bij een ander onderzoek waar big data bij betrokken was, ruim 40 procent van de anonieme deelnemers toch geïdentificeerd door een onderzoeker van Harvard. Het wordt steeds moeilijker om de privacy van een patiënt te kunnen garanderen<sup>51</sup>.

Dit is slechts één voorbeeld, maar er zijn talloze incidenten van gelekte gegevens of achteraf geïdentificeerde personen/patiënten met grote gevolgen. Deze persoonlijke gegevens zijn zeker in de zorg precair en lekken kunnen grote gevolgen hebben. Er zal dus altijd zeer nauwkeurig en voorzichtig met deze gegevens moeten worden omgegaan.



## Risico's:

In dit vijfde hoofdstuk praten we over de risico's van het gebruik van Big Data. Wij spreken liever van uitdagingen.

Computer systemen zijn niet feilloos. Er moeten updates worden geïnstalleerd. De stroom kan wegvallen en soms wordt er een menselijke fout gemaakt en moeten de systemen worden hersteld. Ook moeten de data op een nieuwe manier worden beveiligd tegen

---

<sup>50</sup> [Ohm, P. Broken promises of privacy: responding to the surprising failure of anonymisation. ucla Law Rev. 2010;57:1701-77](#)

<sup>51</sup>

<https://www.forbes.com/sites/adamtanner/2013/04/25/harvard-professor-re-identifies-anonymous-volunteers-in-dna-study/#5a93bef292c9>

hackers, nieuwsgierig personeel en RAM parity<sup>52</sup>. Aangezien deze problemen door de automatisering van de zorg van levensbelang zijn brengt dit uitdagingen met zich mee.

## Backups:

Om ervoor te zorgen dat er tijdens fouten geen patiënten data verloren gaan, moeten er backups worden gemaakt. Dit is echter makkelijker gezegd dan gedaan. Dit roept namelijk de vragen op, “Wordt de data op een centrale plek in Nederland opgeslagen?”, en “Wie is verantwoordelijk voor het databeheer?” en “Hoe maken we de backups?”. Het zou zelfs een mogelijkheid om de data in een blockchain (waarop alle ziekenhuizen zijn aangesloten) op te slaan.

## Onderhoud

Systemen gaan kapot en moeten onderhouden worden. Als er tijdens het onderhoud geen toegang tot de data is hoe moet je als arts daar dan mee omgaan?

## Privacy

Privacy is één van de grootste risico's. Medische gegevens zijn een erg interessant doelwit voor hackers: om te gebruiken als chantagemiddel, om te verkopen aan de hoogste bieder of om te gebruiken als hulpmiddelen bij grotere “social engineering” aanvallen. Er moet ook beschermd worden tegen nieuwsgierig onbevoegd medisch personeel. Van de bestaande systemen wordt al misbruik gemaakt. Een voorbeeld hiervoor is de zaak van Samantha de Jong<sup>53</sup>. Haar data waren door een tiental onbevoegd medisch personeel ingekeken.

## Onbetrouwbare systemen

De computersystemen waarop de data staat kan een stroomstoring ondervinden, harde schijven kunnen kapot gaan en als er geen ECC RAM wordt gebruikt kunnen er bit flips ontstaan. Hierbij verandert er een 1 naar 0 of andersom in het RAM geheugen.

## Afweging van voor- en nadelen van het gebruik van Big Data in de gezondheidszorg

Naast het al genoemde risico op datalekken en privacy schendingen zijn er nog andere nadelen van Big Data. Een systeem gebaseerd op Big Data werkt niet met causaliteit (oorzaken), maar met correlaties(verbanden). Het systeem laat je weten wat werkt, niet waarom het werkt. De analyse van de Big Data leidt dan tot een advies met een kansberekening.<sup>54</sup> U heeft zoveel procent kans dat dit werkt, maar we kunnen u niet vertellen waarom. De analyse van Big Data kan onbedoeld ook tot onlogische uitkomsten leiden. De computer vindt dan een irrelevant verband.

---

<sup>52</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/RAM\\_parity](https://en.wikipedia.org/wiki/RAM_parity)

<sup>53</sup> <https://nos.nl/artikel/2225867-tientallen-onbevoegden-bekeken-medisch-dossier-barbie.html>

<sup>54</sup> <https://www.medischcontact.nl/arts-in-spe/nieuws/ais-artikel/big-data-als-medisch-instrument.htm>

Hier staan uiteraard wel voordelen tegenover, ten eerste wordt er in plaats van de kennis van één huisarts en de NHG-richtlijn de gecombineerde kennis van duizenden huisartsen gebruikt in combinatie met honderdduizenden eerdere gevallen en de behandeling daarvan. Ook kan met behulp van een programma voor beslissingsondersteuning veel sneller een afweging worden gemaakt en worden alle beïnvloedende factoren overzichtelijk op een rijtje gezet. Dit zorgt voor veel tijdsbesparing bij huisartsen, wat hard nodig is. Met Big Data kan de arts bovendien maatwerk leveren. Hoe beter de behandeling werkt, hoe lager de kosten zijn zowel voor de individuele patiënt, deze wordt sneller en beter gezonder dus weer welzijn, als voor de maatschappij, lagere zorgkosten en korter en minder ziekteverzuim.

Wij denken dat deze voordelen het waard zijn, maar zijn wel van mening dat er altijd zeer goed moet worden opgelet door de behandelende arts en er goed rekening moet worden gehouden met de patiënt.

## Andere kansen voor het gebruik van Big Data in de zorg

Aangezien Big Data ingewikkelde patronen kan herkennen, zijn er nog veel meer mogelijke toepassingen in de zorg. We kunnen eindeloos speculeren over mogelijkheden, maar PacMed heeft al meerdere projecten gedaan die deze mogelijkheden mooi illustreren.

- Een samenwerking met het VUmc met betrekking tot de intensive care. Met het gemaakte programma wordt bekeken, wat de kans op heropname is op het moment van ontslag van de intensive care de situatie van de patiënt te vergelijken met eerdere heropnames van vergelijkbare patiënten.
- Een samenwerking met huisartsen voor beslissingsondersteuning bij diabetes, hoge bloeddruk en chronisch nierfalen. Dit zijn veel voorkomende aandoeningen en ondersteuning hierbij zal impact hebben voor veel mensen. Met hulp van academische centra en zorggroepen wordt er software gemaakt die suggesties geeft voor de behandeling.<sup>55</sup>
- Pacmed werkt ook samen met het Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis met betrekking tot prostaatkanker. Op dit moment is er een werkend model dat een voorspelling maakt of prostaatkanker terugkeert na een operatie. Dit model wordt op dit moment al gebruikt voor nabehandeling van prostaatkanker. Op dit moment wordt er gewerkt aan software die kan bepalen of prostaatkanker bestraald of geopereerd moet worden.
- Met het hersencentrum van UMC Utrecht wordt er gewerkt aan software voor de keuze van een antidepressivum. Depressie is een ingewikkelde ziekte en dit is uiteraard een ingewikkeld project, maar het programma wordt langzaam verbeterd en uitgebreid zodat er steeds beter een gepersonaliseerde behandeling kan komen bij behandeling van depressie.

---

<sup>55</sup> <https://pacmed.ai/nl/projects/>

## Samenvatting

Een urineweginfectie is een relatief eenvoudig te behandelen ziekte die ontstaat door bacteriën die de urineweg binnendringen.

Als er eenmaal duidelijk is dat een patiënt een urineweginfectie heeft, zal de behandeling voornamelijk bestaan uit medicijnen.

Omdat de keuze voor een medicijn voor een urineweginfectie relatief eenvoudig is, kan dit ondersteund worden met een algoritme. Hierin worden de gegevens van de patiënt ingevoerd en er zal een succeskans per medicijn en een aangeraden medicijn uit komen. Het bedrijf Pacmed heeft zo'n programma gemaakt en dit wordt op dit moment al gebruikt bij ruim honderd huisartsen. Wij hebben voor ons onderzoek een vergelijkbaar programma gemaakt, maar dan met een kleinere database.

Ons programma werkte, maar omdat de database die wij gebruikt hebben kleiner was, was het iets minder precies.

Met het maken van een dergelijk algoritme kan er een heleboel kennis gecombineerd worden om zo een betere behandeling te kiezen. Wel zijn er nadelen, zo is dit zeer privacygevoelig en zullen er altijd artsen bij betrokken moeten blijven. Daartegenover staat dat bij de beslissingsondersteuning met een algoritme er met veel meer informatie een keuze gemaakt kan worden en dat het veel tijd scheelt. Wij denken dat het uiteindelijk waard zal zijn om big data te implementeren in de behandeling van urineweginfecties en dat het ook mogelijk is om dit te doen bij andere ziektebeelden.

## Conclusie

Onze derde hypothese was dat de behandelmethodes met behulp van big data werken met behulp van vroegere gegevens én met ontwikkeling van huidige kennis. Het kan op veel manieren gebruikt worden, maar vooral bij beslissingsondersteuning, het is met behulp van een programma namelijk eenvoudiger om alles op een rijtje te zetten en daar een conclusie uit te trekken. Ook deze hypothese klopt.

# Conclusie

Onze hoofdvraag was: Hoe kunnen algoritmen op basis van analyse van Big Data helpen betere behandelingen te kiezen bij patiënten met een blaasontsteking?

Aangezien urineweginfecties behandeld worden aan de hand van een beperkt aantal medicijnen is, de keuze voor de behandeling en de medicatie en daarmee dus ook de beslissingsondersteuning van urineweginfecties redelijk eenvoudig. Verschillende factoren hebben invloed op deze medicijnen en met een algoritme is het relatief eenvoudig om de medicijnkeuze te ondersteunen.

Het maken van een programma met zo'n algoritme is ons ook gelukt en wij concluderen dan ook dat het goed mogelijk is om de behandeling op deze manier te ondersteunen. Een mens zal nog wel de gegevens van de patiënt moeten invoeren en onderzoeken en de uiteindelijke keuze maken, maar er zal vanuit de Big Data ondersteuning zijn voor deze keuze.

Door de vergelijking van het ziektebeeld en de traditionele behandelmethodes met de mogelijkheden van de analyse van de data aan de hand van een zelf ontwikkeld programma komen we dan ook tot de conclusie dat Big Data artsen goed kunnen ondersteunen bij de keuze van een behandeling. Door Big Data kan veel meer informatie verzameld worden dan alleen door traditionele medicijnstudies. De beslissingstool bevat namelijk kennis van honderdduizenden eerdere gevallen van urineweginfecties en zal dus goed de behandeling kunnen steunen.

Wij denken dat door Big Data te gebruiken artsen veel meer maatwerk kunnen leveren. De informatie van Big Data geeft artsen inzicht welke behandeling leidt tot de beste resultaten op een wijze die het meest overeenkomt met de individuele patiënt. Zo kunnen artsen dan beslissen voor die behandeling die het beste past bij de persoonlijke situatie van de specifieke patiënt van dat moment. Snel de juiste informatie voor de juiste keuze levert ook tijdswinst op.

Onze hypothese was grotendeels juist, de behandeling van urineweginfecties kan inderdaad ondersteund worden door een algoritme. In onze hypothese hebben we ook nog gesuggereerd dat de diagnosestelling ondersteund kan worden. Nadat we hadden uitgezocht hoe de huidige diagnosestelling werkte, hebben we ontdekt dat dit relatief gezien veel ingewikkelder was dan de behandeling en dus niet echt te ondersteunen valt met behulp van big data.

## Samenvatting

Een urineweginfectie is een relatief eenvoudig te behandelen ziekte die ontstaat door bacteriën die de urineweg binnendringen. Een urineweginfectie valt op te delen in een blaasontsteking en een nierbekkenontsteking. Een nierbekkenontsteking begint vaak met een blaasontsteking die zich uitbreidt naar de nieren. Als er symptomen optreden als plasklachten, bloed in de urine en pijn in de onderbuik, zal de huisarts enkele tests uitvoeren (nitrietest, erytest en leukotest) en op basis daarvan zal de diagnose urineweginfectie wel of niet worden getrokken.

Als er eenmaal duidelijk is dat een patiënt een urineweginfectie heeft, zal de behandeling bestaan uit medicijnen. Er zijn verschillende medicijnen die gekozen kunnen worden voor de behandeling, de keuze hiervoor wordt gebaseerd op enkele factoren. Deze factoren zijn onder andere leeftijd, of de patiënt eerder behandeld is voor een urineweginfectie en of de patiënt in een risicogroep valt. Ook zijn er nog enkele adviezen die een patiënt met een urineweginfectie moet volgen, dit is bijvoorbeeld veel drinken en op tijd naar de wc gaan.

Omdat de keuze voor een medicijn voor een urineweginfectie relatief eenvoudig is, kan dit ondersteund worden met een algoritme. Hierin worden de gegevens van de patiënt ingevoerd en er zal een succeskans per medicijn en een aangeraden medicijn uit komen. Het bedrijf Pacmed heeft zo'n programma gemaakt en dit wordt op dit moment al gebruikt bij ruim honderd huisartsen. Wij hebben voor ons onderzoek een vergelijkbaar programma gemaakt, maar dan met een kleinere database. Ons programma werkte, maar omdat de database die wij gebruikt hebben kleiner was, was het iets minder precies.

Met het maken van een dergelijk algoritme kan er een heleboel kennis gecombineerd worden om zo een betere behandeling te kiezen. Wel zijn er nadelen, zo is dit zeer privacygevoelig en zullen er altijd artsen bij betrokken moeten blijven. Daartegenover staat dat bij de beslissingsondersteuning met een algoritme er met veel meer informatie een keuze gemaakt kan worden en dat het veel tijd scheelt. Wij denken dat het uiteindelijk waard zal zijn om big data te implementeren in de behandeling van urineweginfecties en dat het ook mogelijk is om dit te doen bij andere ziektebeelden.

# Nawoord

Bij sommige artsen bestaat weerstand tegen het gebruik van Big Data. Artsen zijn bang overbodig te worden. Of twijfelen aan de betrouwbaarheid van de informatie verkregen door Big Data, soms door onvoldoende kennis van ICT en alle continue innovaties op dit gebied. ICT-ers zijn experts op hun eigen gebied, maar begrijpen opdrachtgevers soms slecht. Door de slechte onderlinge communicatie van mensen uit verschillende disciplines mislukken veel ICT-projecten.

Door samen te werken aan dit profielwerkstuk vanuit onze eigen disciplines en interesses hebben we geleerd dat de vooruitgang in de combinatie zit van verschillende takken van wetenschap. Zo is ook het bedrijf Pacmed tot stand gekomen.

Het is mooi om ons nu al te realiseren dat onze toekomstige studies geen eilandjes zijn. Combineren leidt tot mooie nieuwe dingen.  
We kijken ernaar uit.

Luca en Matthijs

Soest, september 2019





# Bijlage

Via onderstaande links vindt u

- ons trainingsprogramma  
Medicinator.py - [https://cdn.lucacastelnuovo.nl/files/bigdata/python/Medicinator\\_train.py](https://cdn.lucacastelnuovo.nl/files/bigdata/python/Medicinator_train.py)
- de gevolgde tutorial  
image.py - <https://cdn.lucacastelnuovo.nl/files/bigdata/python/image.py>
- de dataset beschikbaar gesteld door Pacmed  
pre\_data.csv - [https://cdn.lucacastelnuovo.nl/files/bigdata/csv/pre\\_data.csv](https://cdn.lucacastelnuovo.nl/files/bigdata/csv/pre_data.csv)

# Bronnenoverzicht

Aangezien Big Data en Geneeskunde een nieuw onderwerp is, zijn er nog niet veel boeken over geschreven. Voor informatie over dit onderwerp hebben we ons daarom beperkt tot het internet waar wel veel informatie te vinden is. Alle bronnen zijn in 2019 geraadpleegd. Wel hebben we gebruik gemaakt van een aantal ebooks die als link aan de lijst zijn toegevoegd.

- <https://www.healthvalley.nl/Actueel/Archief/BLOG-Big-Data-in-de-spreekkamer-van-de%20huisarts>
- <https://www.mmc.nl/urologie/aandoening-en-behandeling/urinewegsinfectie/>
- <http://www.urinewegsinfectie.nl/urinewegsinfectie/oorzaken.asp>
- <https://labuitslag.nl/urine/nitriet/>
- <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/54334-urinewegsinfectie-symptomen-oorzaken-en-behandeling.html#risicofactoren>
- <https://www.rijnstate.nl/specialismen/urologie/katheters/blaaskatheter-via-de-plasbuis-of-buikwand/>
- <https://www.mediqcombiqcare.nl/Particulieren/Katheterzorg/Praktische%20tips>
- <https://eendiabetes.nl/2017/01/09/type-1-en-minder-bekende-complicaties-blaasontsteking/>
- <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/175697-urinewegsinfecties-wat-zijn-de-risicofactoren.html#antibiotica>
- <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/0645-blaasontsteking-en-de-pil.html>
- <https://www.optimalegezondheid.com/tips-blaasontsteking-stoppen-voorkomen/>
- <https://www.abena.nl/infectiepreventie/infectieziekten/urinewegsinfecties/>
- <https://www.huisarts.nl/de-gevolgen-van-een-verwaarloosde-blaasontsteking/>
- <http://www.allesoverurologie.nl/aandoeningen/blaasontsteking/kinderen>
- <http://www.platformouderenzorg.nl/kennisdt.php?ide=519>
- <https://mens-en-gezondheid.infonu.nl/aandoeningen/186196-urosepsis-ernstige-complicatie-van-urinewegsinfectie.html>
- <https://www.nhg.org/themas/publicaties/laboratoriumdiagnostiek-urinewegsinfecties-volledige-tekst>
- [https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/urine-incontinentie\\_bij\\_vrouwen/ui\\_urineonderzoek.html](https://richtlijndatabase.nl/richtlijn/urine-incontinentie_bij_vrouwen/ui_urineonderzoek.html)
- <https://www.nvkc.nl/zoek-een-test/?id=287>
- <https://www.mst.nl/p/Onderzoek/urinekeelweek/>
- <https://www.nhg.org/?tmp-no-mobile=1&q=node/1769#idp8890736>
- <https://www.nhg.org/standaarden/samenvatting/urinewegsinfecties>
- [https://proef.cme-online.nl/uploads/72/QW/72QWsUCDrw5RI0HWA-VRzg/cme\\_apoas\\_urinewegsinfecties\\_samenvatting.pdf](https://proef.cme-online.nl/uploads/72/QW/72QWsUCDrw5RI0HWA-VRzg/cme_apoas_urinewegsinfecties_samenvatting.pdf)
- [https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/ecoli\\_folder\\_LR.pdf](https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/ecoli_folder_LR.pdf)
- <https://academic.oup.com/ajcn/article/103/6/1434/4569625>

- <https://www.apotheek.nl/medicijnen/nitrofurantoine#mag-ik-dit-medicijn-gebruiken-als-ik-zwanger-ben-wil-worden-of-borstvoeding-geef>
- <https://www.apotheek.nl/medicijnen/amoxicilline-met-clavulaanzuur?product=amoxicilline-clavulaanzuur>
- <https://www.kinderformularium.nl>
- <https://www.gezondheidsplein.nl/dossiers/blaasontsteking-bij-vrouwen/blaasontsteking-voorkomen-of-zelf-verhelpen/item118306>
- <https://www.dokterdokter.nl/gezond-leven/eten-drinken/cranberrys-tegen-blaasontsteking/item27729>
- <https://www.lumc.nl/over-het-lumc/nieuws/2014/jan-jun/140113114521222/>
- <https://www.gezondheidsplein.nl/dossiers/blaasontsteking-bij-vrouwen/blaasontsteking-voorkomen-of-zelf-verhelpen/item118306>
- <https://www.medischcontact.nl/arts-in-spe/nieuws/ais-artikel/big-data-als-medisch-instrument.htm>
- <https://pacmed.ai/nl/projects/>
- <https://pacmed.ai/nl/>
- <https://www.nhg.org/veelgestelde-vragen/welke-betekenis-hebben-de-nhg-standaarden-moet-een-huisarts-deze-opvolgen>
- <https://medium.com/@Pacmedhealth/big-data-in-de-spreekkamer-van-de-huisarts-ecbc7b3547de>
- [Ohm, P. Broken promises of privacy: responding to the surprising failure of anonymisation. ucla Law Rev. 2010;57:1701-77](#)
- <https://www.forbes.com/sites/adamtanner/2013/04/25/harvard-professor-re-identifies-anonymous-volunteers-in-dna-study/#5a93bef292c9>
- [https://youtu.be/\\_OV9DzPz2fs](https://youtu.be/_OV9DzPz2fs)
- <https://www.medischcontact.nl/arts-in-spe/nieuws/ais-artikel/big-data-als-medisch-instrument.htm>
- Big data in de zorg, Leo Ottes (boek)

# Logboek

| <b>Wat?</b>                                                                      | <b>Wanneer?</b>   | <b>Hoe lang?</b> | <b>Wie?</b>   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Informatie gezocht en gebrainstormd over onderwerp.                              | 16 januari        | 1,5 uur          | Matthijs+Luca |
| Bedrijf Pacmed bezocht voor informatie en meer duidelijkheid over ons onderwerp. | 6 februari        | 2 uur            | Matthijs+Luca |
| Hoofdvraag en deelvragen opgesteld                                               | 6 februari        | 30 minuten       | Matthijs+Luca |
| Bouwplan opgesteld voor opzet van PWS.                                           | 6 februari        | 30 minuten       | Matthijs+Luca |
| Verslag geschreven over bezoek aan Pacmed.                                       | 9 februari        | 45 minuten       | Matthijs      |
| Titelblad+inhoud+vo orwoord gemaakt van eerste versie                            | 12 maart          | 45 minuten       | Matthijs      |
| Inleiding geschreven                                                             | 14 maart          | 1 uur            | Matthijs+Luca |
| Planning gemaakt                                                                 | 17 maart          | 30 minuten       | Matthijs+Luca |
| Hoofdvraag en deelvragen definitief gemaakt                                      | 18 maart          | 15 minuten       | Matthijs      |
| Hypotheses schrijven                                                             | 18 maart          | 1 uur            | Matthijs+Luca |
| Informatie verzamelen                                                            | 10 maart-20 maart | 2 uur            | Matthijs+Luca |
| Gewerkt aan hoofdstuk 1                                                          | 18 maart          | 1,5 uur          | Matthijs      |
| Gewerkt aan hoofdstuk 1, informatie verzameld voor                               | 20 maart          | 1 uur            | Matthijs      |

|                                |                 |         |               |
|--------------------------------|-----------------|---------|---------------|
| hoofdstuk 2                    |                 |         |               |
| Verder aan hoofdstuk 1         | 22 maart        | 1 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 1         | 23 maart        | 2 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 1         | 30 maart        | 1 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 1         | 4 april         | 1 uur   | Matthijs      |
| Begin aan hoofdstuk 2          | 5 april         | 1 uur   | Matthijs      |
| Afronden hoofdstuk 1           | 6 april+7 april | 2,5 uur | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 10 april        | 1,5 uur | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 11 april        | 1 uur   | Matthijs      |
| Informatie in document ordenen | 12 april        | 1 uur   | Matthijs+Luca |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 18 april        | 1 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 19 april        | 1,5 uur | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 29 april        | 1 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 2 mei           | 2 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 2         | 3 mei           | 1 uur   | Matthijs      |
| Afronden hoofdstuk 2           | 5 mei/6 mei     | 2 uur   | Matthijs      |
| Werken aan hoofdstuk 3         | 8 mei           | 2 uur   | Matthijs      |
| Verder aan hoofdstuk 3         | 9 mei           | 1 uur   | Matthijs      |

|                                                 |                          |       |               |
|-------------------------------------------------|--------------------------|-------|---------------|
| Verder aan hoofdstuk 3                          | 11 mei                   | 2 uur | Matthijs      |
| Hoofdstuk 3 deels afronden                      | 14 mei                   | 1 uur | Matthijs      |
| Alles ordenen                                   | 17 mei                   | 3 uur | Matthijs      |
| Hoofdstuk 1 verbeteren                          | 20 mei-28 mei            | 2 uur | Matthijs+Luca |
| Hoofdstuk 2 verbeteren                          | 30 mei-6 juni            | 2 uur | Matthijs+Luca |
| Hoofdstuk 3 verbeteren                          | 7 juni-10 juni           | 2 uur | Matthijs+Luca |
| Ethiek beschrijven, verdere nadelen analyseren  | 10 juli-13 juli          | 4 uur | Matthijs+Luca |
| Programma analyseren                            | 17 juli                  | 2 uur | Matthijs+Luca |
| Conclusie trekken en schrijven                  | 17 juli-19 juli          | 3 uur | Matthijs+Luca |
| Inhoudsopgave maken                             | 6 augustus               | 1 uur | Matthijs      |
| Sommige delen herschrijven                      | 1 september-17 september | 4 uur | Matthijs+Luca |
|                                                 |                          |       |               |
| Dataset Eerste analyse                          |                          | 1 uur | Luca          |
| Dataset transformatie                           |                          | 2 uur | Luca          |
|                                                 |                          |       |               |
| Onderzoek naar behandel mogelijkheden           |                          | 2 uur | Matthijs+Luca |
| onderzoek naar uitzonderingen (risicopatiënten) |                          | 2 uur | Luca+Matthijs |
| Ontwerpen doelen ai                             |                          | 2 uur | Luca          |

|                                    |                           |         |               |
|------------------------------------|---------------------------|---------|---------------|
| Onderzoek naar beste implementatie |                           | 6 uur   | Luca          |
| Implementatie maken                |                           | 10 uur  | Luca          |
| Implementatie testen               |                           | 2 uur   | Luca          |
| Resultaten analyseren              |                           | 3 uur   | Luca          |
| Hoofdstuk 5                        |                           | 3,5 uur | Matthijs+Luca |
| Hoofdstuk 4                        |                           | 2 uur   | Luca          |
| Hoofdstuk 3                        |                           | 4 uur   | Luca          |
| Opmaak                             |                           | 0,5 uur | Matthijs+Luca |
| Logboek maken :)                   |                           | 0,5 uur | Matthijs+Luca |
| Alles afronden                     | 17 september-20 september | 2 uur   | Matthijs+Luca |