

Datum: 9 juli 2009
Auteur: Johan Herz
(S1607960)

Scriptie

ECG-Tele-monitoring kan dienen als vervanging van een bezoek aan de specialist.

Een litterair onderzoek naar de werking en voordelen van Tele-monitoring voor het meten van ECG op afstand.

Bachelorscriptie in het kader van de studie
Biomedische Technologie,
aan de University of Groningen, Groningen.

Onder begeleiding van:
Dr. T.R. Koiter,
University of Groningen.

Inhoud

Inleiding	3
Het principe.....	4
Een korte geschiedenis van Tele-monitoring.....	4
Een voorbeeld	4
Doelgroep.....	7
Aangeboren afwijkingen	7
Diabetes.....	7
Astma en COPD.....	7
Epilepsie.....	8
Hartfalen	8
Coronaire hartziekten.....	9
Hartinfarct	9
Angina pectoris	10
De voordelen.....	12
Voor de patient.....	12
Voor de Arts.....	12
Voor het ziekenhuis	13
Niet-westerse landen	14
Conclusie.....	15
Referenties:	16

Inleiding

De Nederlandse gezondheidszorg heeft te kampen met een groeiend capaciteitsprobleem. De vraag naar zorg stijgt door een toenemend aantal ouderen en chronisch zieken. Aan de andere kant daalt het aanbod van zorg, doordat steeds meer (vrouwelijke) artsen en specialisten parttime gaan werken. Hierdoor ontstaat een kloof in de gezondheidszorg.

Een mogelijk oplossing die dit probleem kan terugdringen is Telemedicine. Telemedicine is het op afstand verlenen van zorgdiensten door gebruik te maken van informatie- en communicatietechnologie (ICT). Deze Methode kan in alle fasen van het primaire zorgproces een rol spelen; van preventie en Tele-diagnose tot behandeling en Tele-thuiszorg.¹

Een belangrijk onderdeel van de Telemedicine, is het op afstand verkrijgen van gezondheidsgegevens van de patiënt, beter bekend als Tele-monitoring. Dit houdt in dat de arts op ieder moment en op elke afstand de fysiologische gegevens kan verkrijgen van de patiënt. Er zijn vele methodes en doelgroepen te bedenken waar deze techniek geschikt voor kan zijn en daarmee het capaciteitsprobleem verlagen. Het kan namelijk de capaciteit van een arts vergroten, doordat het tegelijk meer patiënten kan monitoren. Daarbij kan de capaciteit helemaal worden vergroot als de gegevens worden verzameld door een autonoom systeem. Een dergelijk systeem kan namelijk continue de gegevens verzamelen en een alarm generen wanneer het noodzakelijk is.

Tele-monitoring kan van groot belang zijn bij patiënten met hartproblemen. Vele ouderen zullen op latere leeftijd problemen krijgen aan hun hart. Als gevolg van de toename van het aantal, zal ook de groei van patiënten met problemen aan het hart toenemen. Hieruit kan dus worden vastgesteld dat hartproblemen zullen bijdragen aan het capaciteitsprobleem.

Het op afstand monitoren is voor deze groep mensen erg geschikt, omdat de arts op afstand een oogje in het zeil kan houden. De patiënt hoeft dus niet meer op consult te komen. Voor de patiënt creëert het een gevoel van veiligheid, omdat die permanent onder controle staat.

In deze scriptie zal ik me dan ook beperken tot Tele-monitoring in de cardiologie. Ik zal trachten uit te leggen hoe Tele-monitoring werkt, wat er voor nodig is en wat er bij komt kijken.

Daarnaast, wat deze manier zo geschikt maakt voor de cardiologie en welke doelgroep het nu precies betreft. Ik zal een afweging proberen te maken waarom het beter is dan huidige technieken. Als laatste kijk ik naar mogelijke toepassingsgebieden in het buitenland.

In de conclusie zal ik antwoord geven op de vraag of *“ECG-Telemonitoring kan dienen als vervanging van een bezoek aan de specialist.”*

Het principe

In dit hoofdstuk zal kort de geschiedenis van Tele-monitoring worden behandeld. Vervolgens zal ik uitleggen, aan de hand van een voorbeeld, wat de huidige techniek is van het verkrijgen van een ECG. Daarna zal ik uitleggen hoe Tele-monitoring daarvan verschilt en hoe het in zijn werk gaat.

Een korte geschiedenis van Tele-monitoring².

Vlak nadat Alexander Graham Bell in 1876 de telefoon uitvond, ging men zich bezig houden met Tele-medische technologieën. Zo kon men nu via radiocontact, medische service verlenen aan hen die zich bevonden op bijvoorbeeld Antarctica. In 1910 werd in Engeland door S.G. Brown de “electrical Stethoscope” gedemonstreerd. Dit was de eerste Tele-stethoscoop en daarmee het eerste Tele-monitoring apparaat.

Een leuk detail is de centrale rol van de ruimteorganisatie NASA bij de ontwikkelingen van Tele-medische technologieën. Vanwege onbekende effecten van gewichtloosheid in de ruimte, had men behoefte aan het op afstand kunnen monitoren van de astronauten tijdens een ruimtemissie. Dankzij NASA werd het onder andere mogelijk te communiceren via de satelliet. In 1970 werd een, door Dr. A. M. House gefinancierd, relatief low-tech programma opgezet dat tegenwoordig nog actief is. Men maakten gebruik van lage-bandbreedte telefoonverbindingen waarlangs ze 2-wegsaudio en 1-wegs stille beelden konden versturen. Daarnaast was het vanaf nu ook mogelijk ECG data te versturen. In midden jaren 90 ging men gebruik maken van hoge-bandbreedte telefoonverbindingen en werd live video communicatie mogelijk.

Door verdere economische ontwikkelingen in beelddigitalisatie en datacompressie kon men in de jaren 90 de dure satellietverbinding vervangen met lage bandbreedte verbindingen.

In begin 21^e eeuw raken communicatie technologieën als internet en mobiele telefonie steeds beter toegankelijk voor de patiënt. Met het beter en toegankelijker worden van deze technologieën nam ook de kwaliteit toe van de Tele-monitoring. Tegenwoordig is men dan ook in staat live data te verkrijgen of heeft direct toegang tot eerder gemaakte data.

Kijkt men naar landen als de Verenigde Staten en Scandinavië dan loopt Nederland, op het gebied van telemedische technologieën, nog altijd iets achter. Dit komt onder andere door de geografische verschillen tussen de landen, Nederland is namelijk een land met relatief korte afstanden. Terwijl Tele-monitoring voor de VS geschikt is ter overbruggen van de lange afstanden, is het in Nederland voor preventie en vergroting van de arbeidsproductiviteit.

Een voorbeeld

Onduidelijke klachten als lichtheid in het hoofd, hartkloppingen en hartbonzen of een snel ritme kunnen wijzen op hartritmestoornissen. Een huisarts ziet ongeveer 8 patiënten per 1000 per jaar met soortgelijke klachten.³ Het stellen van een juiste diagnose is veelal moeilijk, omdat dit soort klachten niet continue optreden. Veelal tijdens een bezoek aan de huisarts heeft de patiënt op dat moment geen last van een dergelijke aanval. Een goede diagnose kan eigenlijk alleen gesteld worden als er tijdens een klacht zich voordoet, een ECG wordt afgenomen. Enkel de patiëntgegevens en symptomen zijn niet genoeg. Voor de huisarts is het dus moeilijk te bepalen of de patiënt moet afwachten, of dat deze een specialist moet zien. Veelal is de huisarts zelf niet in staat een ECG af te nemen en zal hij de patiënt moeten doorwijzen naar een specialist. Daarnaast is het interpreteren van een ECG specialistenwerk, dus moet de patiënt als nog naar een Cardioloog.

De huidige manier van het verkrijgen van een ECG gaat door middel van het bevestigen van elektroden aan de patiënt. Deze worden op de borst, benen en armen bevestigd die vervolgens verbonden zijn met het ECG-apparaat. Dit apparaat registreert de elektrische signalen die ontstaan in het hart. Gedurende ongeveer twintig seconden wordt er gemeten aan de patiënt.⁴ Hierbij is het belangrijk dat de patiënt stil ligt, dit omdat activiteit van andere spieren storing kunnen geven op het ECG. Voor specifiek onderzoek aan het hart worden er twaalf verschillende afleidingen gemaakt. Deze maken het mogelijk dat je vanuit twaalf verschillende hoeken naar het hart kan kijken. Zo kan er specifieke informatie worden verkregen van de verschillende onderdelen van het hart.

Echter komt het voor dat een ECG van 20 seconden niet lang genoeg is. Dan kan er gekozen worden voor een ECG opname die veel langer duurt. Bijvoorbeeld voor hartritme stoornissen, deze komen niet continue voor en worden in die 20 seconden dan niet geregistreerd. In een dergelijk geval wordt de patiënt uitgerust met een ECG apparaat die een 24- tot 48-uurs opname kan maken.

De patiënt wordt dan uitgerust met een Holter(recorder).⁵ In het ziekenhuis worden er plakkers op de borst van de patiënt bevestigd die via elektrische draden verbonden zijn met de Holter. De Holter zelf kan worden meegedragen in een schoudertasje of aan de broekriem.

Het is de bedoeling dat de patiënt deze Holter de komende 24 uur, tijdens zijn normale dagelijkse bezigheden, met zich meedraagt. Enkel mag de patiënt dan niet douchen of zwemmen.

Tijdens het dragen van de Holter houdt de patiënt een logboek bij. Hierin schrijft deze wat hij voor activiteiten doet en wanneer de klachten zich voordoen. Dit is belangrijk voor de cardioloog zodat deze weet wanneer de klachten ontstaan. Zo kan het zijn dat de klachten optreden tijdens het fietsen of traplopen of tijdens een maaltijd. De volgende dag komt de Patiënt terug bij de specialist en wordt er naar de ECG opnamen gekeken in combinatie met het logboek.

Een andere vorm van thuismetingen wordt gedaan doormiddel van zogenaamde event-meters.⁶ Deze meters moeten door de patiënt zelf worden geactiveerd als de klachten zich voordoen. Het apparaat maakt dan een ECG en de patiënt moet bijhouden wat voor klachten het betrof, zodat de arts een mogelijke diagnose kan stellen.

Enkele Problemen komen hier al duidelijk naar voren. Zo zijn de klachten van Hartritme stoornissen niet erg duidelijk en is een huisarts niet zelf instaat dit te diagnosticeren. Hierdoor moet de Patiënt dus naar het ziekenhuis om een specialist te zien. De patiënt zal terug moeten komen voor een ECG afname en als het blijkt dat deze niets oplevert zal de patiënt weer terug moeten komen voor het plaatsten van een Holter. Vervolgens moet deze dan nogmaals terug komen voor het terugbrengen van de Holter en bespreken van de metingen.

Er gaat dus veel tijd zitten tussen het voordoen van de klachten en de uiteindelijke diagnose. Tele-monitoring kan hier verandering in brengen. Zo kan er in de huisartsenpraktijk of thuis worden gemeten en het ECG direct worden doorgestuurd naar een specialist. Deze kan er dan naar kijken en een diagnose stellen. Een andere mogelijkheid is dat patiënt wordt uitgerust met een apparaat dat in contact staat met een centrale. Vervolgens kan de specialist daar weer op inloggen en zo de patiënt zijn ECG bekijken. Hier kan er gekozen worden voor realtime data, of eerder gemaakte ECG's. De eerder gemaakte ECG's zijn, of opgeslagen in het apparaat, of opgeslagen in een database die zich bevindt in de centrale. Tele-monitoring maakt dus mogelijk dat er direct ECG data verstuurd kunnen worden naar een specialist, wat veel tijd bespaard. Ook kan de patiënt nu gedurende een lange tijd worden gemonitord en de gemeten ECG is direct toegankelijk voor de cardioloog.

Een ander probleem bij bestaande ECG apparatuur is, dat de elektrodes via draden aan het apparaat zijn verbonden. Daarbij zijn de meetapparaten zelf ook nog zo groot dat het bezwaarlijk is deze te moeten dragen. Echter met de huidige technieken is het mogelijk om de elektroden te integreren in een band die kan worden gedragen om de borst.⁷ Dit biedt meerdere voordelen, zo

kan deze band maar op een manier worden gedragen en worden de elektrodes direct goed geplaatst. Bovendien kan de band door de patiënt zelf om worden gedaan en hoeft hij hiervoor niet speciaal naar het ziekenhuis te komen. Naast de band om de borst, kan ook de meetapparatuur een stuk kleiner worden uitgevoerd.

Huidige technieken maken het dus mogelijk dat er een ECG thuis afgenomen kan worden en direct kan worden doorgestuurd naar een ontvanger. De ontvanger is in dit geval de specialist en het versturen van ECG kan via bestaande communicatiemiddelen. Gedacht kan worden aan de (mobiele)telefoonlijn⁸, het internet of zelfs radiografisch. Iedere communicatiemiddel heeft zo zijn voor- en nadelen. Zo is ieder huis uitgerust met een vaste telefoonlijn, maar beperkt dit de mobiliteit van de patiënt. Omdat het vast zit aan een apparaat dat weer verbonden is aan het vaste telefoonnet. Nadelig is ook dat het apparaat, dat de gegevens verzamelt en verstuurt, eerst moet inbellen om verbinding te krijgen met de specialist. Het kan dus alleen op afgesproken tijden en moeilijk 24 uur lang. Het mobiele netwerk biedt uitkomst voor de bewegingsvrijheid van de patiënt, echter blijft het probleem dat het apparaat zal moeten inbellen. Een internet verbinding is echter wel geschikt voor een 24uurs verbinding, enkel bestaat het probleem dat oudere mensen geen breedbandinternet hebben.

Bij Tele-monitoring als geschikt alternatief is de directe toegang van de specialist tot de meetgegevens van groot belang. Er zal dus gekozen moeten worden voor een oplossing die gebruik maakt van meerdere verbindingsmogelijkheden. Ook moet het apparaat de gegevens intern kunnen opslaan.

Tegenwoordig is het mogelijk de meetgegevens draadloos te versturen naar een ontvanger en zijn er dus verder geen draden meer nodig. Deze ontvanger dient voor opslag van de meetgegevens en de communicatie via een draad met de centrale of arts.

Vanwege de draadloze verbinding tussen de band en ontvanger, wordt de patiënt nog beperkt in zijn bewegingsvrijheid. Enkel omdat de patiënt in de buurt moet blijven van de ontvanger. Dit probleem kan worden opgelost door gebruik te maken van mobiel of draadloos internet. Het ECG kan nu draadloos worden verstuurd naar een Smartphone of Personal Digital Assistant (PDA), die weer continue in verbinding kan staan met het internet. Aangezien bijna iedereen tegenwoordig met een mobiel op zak loopt, zal men het dragen van Smartphone of PDA niet of nauwelijks een probleem vinden.

Samenvattend ziet het systeem er als volgt uit. De patiënt krijgt een band die zorgt voor de juiste plaatsing van de elektrodes en een ontvanger mee naar huis. De ontvanger bevat een modem dat de patiënt aan moet sluiten op het internet of het is een PDA. De verbindingen worden automatisch ingesteld en de patiënt wordt aangemeld bij de centrale. Alle ECG metingen worden opgeslagen en geanalyseerd in de ontvanger en kunnen direct worden doorgestuurd naar de centrale. De centrale maakt de 24-uurs bewaking mogelijk, wordt er een afwijkend ECG geconstateerd dan kan er een alarm worden gegenereerd. Daarnaast kunnen de meetgegevens centraal worden opgeslagen en kan de arts deze te allen tijde opvragen. Ook is er de mogelijkheid direct toegang te krijgen tot de patiënt, echter is dit niet nodig als de gegevens al zijn opgeslagen bij de centrale. Verder kan de patiënt voor vragen telefonisch contact op nemen met de centrale, daar zal namelijk continue medisch geschoold personeel aanwezig zijn. Is er echter geen mogelijkheid tot een directe internetverbinding, dan kan de ontvanger via het telefoonnet inbellen bij de centrale. De ontvanger analyseert het ECG signaal en genereert een alarm als het een afwijkend signaal noteert (*intelligent Personal ECG Monitor*⁹). Vervolgens moet het verbinding maken met de centrale of arts en kan er gekeken worden naar de "echtheid" van het alarm. Gaat het bij beide systemen uiteindelijk om een positief alarm, dan kan via de verbinding de patiënt worden gewaarschuwd. De arts heeft nu de nodige data voor een diagnose en indien nodig, bijvoorbeeld bij een hartaanval, kan er een ambulance worden ingeschakeld.

Doelgroep

Bijna alle type patiënten die gedurende een langere tijd gemonitord moeten worden, zijn geschikt. Het is namelijk mogelijk naast informatie van het hart, andere patiëntgegevens te verkrijgen via Tele-monitoring. Gedacht kan worden aan het meten van bloeddruk, hartfrequentie, ademhalingsfrequentie, temperatuur en zuurstofverzadiging. Aangezien ik in deze scriptie mij vooral richt op de Cardiologie zal ik echter in het kort de andere doelgroepen behandelen.

Telemedicine wordt onder andere al toegepast bij: Hartfalen, coronaire hartziekten, aangeboren afwijking van het hart-vatenstelsel, Diabetes, Astma, COPD en Epilepsie.¹⁰

Bij al deze ziektebeelden zal in meer of minder mate gebruik worden gemaakt van Tele-monitoring. Ter illustratie zal ik kort toelichten wat de ziektebeelden zijn en waarbij Tele-monitoring een rol kan spelen. De ziektebeelden, hartfalen en coronaire hartziekten zal ik uitgebreider behandelen.

Aangeboren afwijkingen

Bij aangeboren afwijkingen van het hart-vatenstelsel betreft het stoornissen in de normale ontwikkeling van het hart of de bloedvaten¹¹. Deze stoornissen kunnen leiden tot afwijkingen in de structuur van deze organen. Symptomen die voor kunnen komen bij een afwijkend hart-vatenstelsel zijn een gering uithoudingsvermogen en flauwvallen bij inspanning. De afwijkingen worden door middel van een chirurgische correctie hersteld. Tele-monitoring kan gebruikt worden bij het verzamelen van patiënt vitale gegevens, thuis vooraf aan de operatie. Vervolgens kan na de operatie de patiënt mogelijk eerder naar huis en thuis het herstelproces worden gevolgd. Ook voor regelmatige controles of alles naar behoren werkt, kan nu thuis worden uitgevoerd en hoeft de patiënt, veelal een kind, niet meer naar het ziekenhuis.

Diabetes¹²

Diabetes is een stofwisselingsziekte waarbij de patiënt problemen heeft met zijn glucose gehalten. Doordat het lichaam onvoldoende insuline aanmaakt, of intolerantie heeft voor insuline vanwege niet goed werkende insuline-receptoren. Doordat het lichaam de glucose gehalten nu niet meer goed kan regelen krijgen diabetespatiënten te maken met te hoge bloedwaarden. Symptomen van diabetes kunnen zijn, veel drinken en veel moeten plassen. In een later stadium kunnen ernstigere complicaties optreden, als slecht genezende wondjes op de voeten en hoge bloeddruk. Blijft de diabetes onbehandeld dan is de kans op blijvende nierschade groot. De behandeling van diabetes bestaat uit een dieet, geneesmiddelen en insuline. Nu moeten Diabetes patiënten bloed laten prikken om te controleren of de glucose haltes goed zijn, ook wordt de bloeddruk gemeten. Huidige technieken, zoals Tele-monitoring, maken het mogelijk dat de patiënt deze zelf thuis kan meten en is het ook mogelijk ze direct door te sturen naar een specialist. Zo kan er veel tijd worden bespaard en kan direct worden gecontroleerd of alles in orde is.

Astma en COPD¹³

Bij chronische ziektes aan de luchtwegen als Astma en COPD kan Tele-monitoring informatie verschaffen over ademhalingsfrequenties en zuurstof saturatie.

Astma is een chronische ontsteking aan de luchtwegen. Benauwdheid, hoesten, piepende ademhaling en kortademigheid komen aanvalsgewijs voor. Een dergelijke Astma-aanval treedt vaak op na een zware inspanning of als gevolg van prikkelde stoffen waarvoor de patiënt dan wel niet allergisch is.

COPD is een chronische obstructieve longziekte en in 90% van de gevallen een gevolg van roken. Een patiënt met COPD heeft vooral last van benauwdheid, ophoesten van slijm en soms een fluitende (gierende) ademhaling. Het is tegenwoordig mogelijk de uitzettingen van de borstkas te registreren en in combinatie van de hartslag kan snel gecontroleerd worden of de patiënt goed ademhaalt of dat deze het benauwd heeft. Bij een aanval van hevige benauwdheid kan dan alarm worden geslagen als de patiënt daar zelf niet toe in staat is.

Epilepsie

Als laatste kort iets over Epilepsie. Epilepsie is een ziekte waarbij zogenoemde aanvallen optreden, waarvan de oorzaak gezocht moet worden in de hersenen. Het onderdrukken van epilepsie aanvallen gebeurt voornamelijk met behulp van geneesmiddelen. Deze moeten het zenuwstelsel minder gevoelig maken voor prikkels.

Een aanval kan zich overal voordoen, dus reizen voor patiënten met epilepsie is niet altijd mogelijk. Nu kan door gebruik te maken van Tele-monitoring, de patiënt gewoon thuis blijven. Belangrijke gegevens die met behulp van Tele-monitoring gemeten kunnen worden, zijn een electroencefalogram (EEG) en de bloedspiegels van de anti-epileptische medicamenten. Daarnaast kan er direct contact worden gelegd met de patiënt als deze een aanval krijgt.¹⁴

Hartfalen

Door verschillende oorzaken kan het hart aan kracht verliezen en minder goed pompen. Wanneer de pompkracht onvoldoende is, spreekt men van hartfalen (decompensatio cordis).¹⁵ Het gaat om aandoening aan het hart waarbij, als gevolg van een verminderde pompfunctie van het hart, het lichaam onvoldoende wordt doorbloed. Deze slechte doorbloeding kan leiden tot verschillende klachten, zoals vermoeidheid, benauwdheid en het vasthouden van vocht.

Bij hartfalen gaat het om een combinatie van klachten en verschijnselen, die veelal direct het gevolg zijn van een onvoldoende pompfunctie. Met als gevolg dat organen, vooral bij een verhoogde vraag, niet genoeg zuurstof en voedingsstoffen krijgen. Dit resulteert in klachten als vermoeidheid en kortademigheid.

Eén van de belangrijkste oorzaken van hartfalen is een hartinfarct. Bij een klein hartinfarct sterft een stukje van de hartspier af. Dit heeft als gevolg dat het hart minder krachtig kan contraheren en verliest het hierdoor aan pompvermogen. Het komt steeds vaker voor dat mensen een (licht) hartinfarct overleven en dus verder moeten met een verzwakt hart.

Naast een hartinfarct is een hoge bloeddruk ook een mogelijke oorzaak van hartfalen. Bij een (te) hoge bloeddruk moet het hart krachtiger pompen om het bloed rond te pompen. Is het hart daar echter niet toe in staat, dan zal het minder goed het bloed rondpompen.

Een verminderde pompfunctie kan ook het gevolg zijn van slecht werkende hartkleppen. Bij slecht werkende kleppen kan namelijk het bloed terugstromen van uit de slagaderen terug het hart in. Dit heeft als gevolg dat het hart minder bloed kan verpompen en dus harder moet werken wat resulteert in een verminderde pompfunctie. Ook infecties, het innemen van alcohol en bepaalde medicijnen tegen kanker kunnen de hartspier beschadigen en zo de pompfunctie verminderen. De eerder genoemde hartritmestoornissen kunnen ook hartfalen induceren.

Vooropgesteld moet worden dat het bij hartfalen gaat om chronische aandoening. Dit houdt in dat ondanks behandeling, veel patiënten last zullen blijven houden van de ziekte in hun dagelijkse bestaan. Afhankelijk van de oorzaak kunnen de klachten worden verminderd met behulp van verschillende operaties en het gebruik van medicijnen. Naast medicatie kan de patiënt, door een gezondere levensstijl¹⁶ (= met weinig alcohol, zoutarm eten, niet roken en voldoende beweging) te hanteren, zelf zorgen voor een vermindering van de klachten.

Met behulp van Tele-monitoring kunnen de hartslag, bloeddruk en het gewicht van de patiënt gemeten worden. Doen er zich veranderingen voor die slecht kunnen zijn voor de patiënt, kan er direct worden gealarmeerd. Ook kan Tele-monitoring gebruikt worden bij diagnose van hartfalen, zo kunnen onder andere hartritme stoornissen worden ontdekt.

Een eerder onderzoek gedaan door Lusignan, Wells, Johnson, Meredith en Leatham in 2001¹⁷ laat dan ook positieve resultaten zien. In hun onderzoek laten ze een twintigtal hartfalen patiënten deelnemen aan een Tele-monitoring programma. Hierin monitoren ze de hartslag, bloeddruk en het gewicht. Uit de resultaten bleek dat het zelfs een jaar na dato nog voordelen had. Deze controle met behulp van Tele-monitoring kan dus helpen bij het verminderen van de klachten. Het kan de patiënt begeleiden in het vasthouden aan een gezondere levenswijze doordat de patiënt direct zicht heeft op het effect. Hij voelt zich gezonder en kan direct zien dat het hart beter functioneert en de bloeddruk lager is. De patiënt hoeft dus niet telkens terug naar het ziekenhuis voor controle. Bovendien als de patiënt gezond blijft, hoeft deze ook niet te worden opgenomen, wat dus kostenbesparend werkt voor het ziekenhuis.

Coronaire hartziekten

Coronaire hartziekten betreft aandoeningen aan het hart als gevolg van afwijkingen in de kransslagaderen. De twee bekendste diagnoses zijn het acuut hartinfarct en angina pectoris.¹⁸

Hartinfarct

Net als de rest van het lichaam, heeft het hart ook voeding en zuurstof nodig. Deze krijgt het hart via het bloed dat zich bevindt in de kransslagaders (coronaire vaten). Deze slagaders liggen aan de buitenkant van de hartspier. Ze ontspringen uit de aorta en het hart pompt dus het bloed zelf rond. Nu kan het voorkomen dat (een deel van) een kransslagader vernauwd of geheel verstopt raakt. Met als gevolg dat het achterliggende hartspierweefsel geen bloed meer ontvangt. Dit gebeurt bij een hartinfarct, doordat bij een gedeelte van het hart geen zuurstof meer komt kan dit deel van de hartspier afsterven. De grote en de plaats van het aangetaste hartweefsel is bepalend voor de ernst van het hartinfarct. Daarom is ieder hartinfarct anders en ook de gevolgen kunnen daardoor enorm verschillen.

Veelal als gevolg van slagaderverkalking kan een slagader vernauwd en zelfs verstopt raken. Doordat er scheurtjes in de verkalkte slagader kunnen ontstaan, kan bloed gaan klonteren en zo een verstopping veroorzaken. Met als gevolg dat (een zijtak van) de kransslagader plotseling helemaal afgesloten kan raken. Op de plaats van het afgestorven hartweefsel ontstaat een litteken, dat is opgebouwd uit bindweefsel in plaats van spierweefsel. Doordat het enkel bestaat uit bindweefsel, wat niet kan contraheren, verliest het hart aan kracht en kan het minder goed pompen.

Bij een acuut hartinfarct voelt de patiënt een beklemmende, drukkende of benauwende pijn op de borst, midden op de borst of iets naar links. Men beschrijft dit wel alsof er een band om de borst wordt gesnoerd. De pijn kan uitstralen naar de rug, de armen of naar de onderkaak. De pijn duurt ook in rust langer dan vijf minuten. De verschijnselen kunnen gepaard gaan met zweten en misselijkheid en een gevoel van onrust en angst.¹⁹

Naast een acuut hartinfarct bestaat er een zogenaamd 'stil infarct'. De patiënt ervaart dan tijdens het optreden van het hartinfarct geen duidelijke (pijn)klachten.

Tijdens het voordoen van de klachten kan de cardioloog met behulp van een ECG de diagnose van een hartinfarct vaststellen. Daarnaast is het mogelijk in het bloed bepaalde hartenzymen terug te vinden die wijzen op het afsterven van een hartspierweefsel. In de eerste uren na een hartinfarct kunnen er stoornissen in het hartritme ontstaan. Daarom moet de patiënt de eerstvolgende 24 uur aan de hartbewaking.

Om zoveel mogelijk schade te beperken moet de patiënt zo snel mogelijk een stolseloplossend middel krijgen. Hierdoor kan het afgesloten vat weer open gaan en het bedreigde stuk hartspier weer met vers bloed worden voorzien. Verder krijgt de patiënt medicijnen tegen de bloedstolling, plaatjesremmers, plaspillen, bloeddrukverlagende medicijnen, cholesterolverlagende medicijnen en medicijnen tegen hartritmestoornissen.

Vaak wordt ook gekozen voor een dotterbehandeling om zo de bloedstroom in de kransslagader te herstellen. Daarnaast kan er ook een bypassoperatie worden uitgevoerd. Hierbij wordt een ander bloedvat, veelal uit het onderbeen van de patiënt, gebruikt om het bloed langs de vernauwing of verstopping te leiden, zodat het achtergelegen weefsel weer bloed krijgt.

De rol van Tele-monitoring bij patiënten met een hartinfarct, moet meer gezocht worden in de nazorg. Na een operatie moet de patiënt herstellen in het ziekenhuis, daarna begint de revalidatie. De patiënt moeten leren wat zijn capaciteiten zijn en waar mogelijk, hoe ze te vergroten. Geregeld zal er dus gekeken worden naar het hart of er zich geen verdere complicaties voordoen. Echter veel van deze metingen als, een controle ECG, kunnen gewoon thuis worden gedaan. Als de patiënt sterk genoeg is om op zijn eigen benen te staan en verder geen gevaar op complicaties kan de patiënt mogelijk eerder worden ontslagen en door middel van Tele-monitoring in de gaten worden gehouden. Mochten de klachten terug komen dan kan dit direct worden geregistreerd en indien nodig een alarm afgegeven.

Over het algemeen voelt de patiënt zich thuis gezonder en gaat het herstelproces ook beter als deze zich in een vertrouwde omgeving bevindt. Daarnaast geeft het de patiënt een stukje veiligheid en zelfstandigheid. Veiligheid wordt gewaarborgd doordat er 24 uur per dag een oogje in het zeil wordt gehouden en de zelfstandigheid doordat de patiënt niet meer afhankelijk is van verzorgend personeel. Meerdere studies hebben aangetoond dat patiënten die met een dergelijk systeem zijn uitgerust, minder vaak hoeven worden heropgenomen²⁰.

Het mes snijdt dus aan twee kanten, de patiënt wordt voor erger behoed en daarnaast bespaard het een hoop dokterskosten.

*Angina pectoris*²¹

Ook hier kan als gevolg van aderverkalking een vernauwing van de kransslagaderen ontstaan. Bij inspanning moet het hart harder werken, daarbij heeft het hart meer zuurstof nodig dan in rust. Door vernauwde slagaders kan het hart zichzelf minder goed van bloed voorzien en kan er een zuurstoftekort optreden. Dit zuurstoftekort, uit zich in pijn, midden op de borst die kan uitstralen naar de kaken, armen of polsen, de rug of schouderbladen. De symptomen van Angina pectoris komen aanvalsgewijs voor. Een dergelijk aanval duurt vijf tot vijftien minuten en gaat over met rusten. Als de klachten in korte tijd toenemen en de aanvallen in rust optreden of medicijnen niet meer helpen, spreekt men van onstabiele Angina pectoris of van een dreigend hartinfarct.

Met behulp van een ECG kunnen op het moment van de klachten, afwijkingen worden geregistreerd in het signaal. Met overige onderzoeksmethodes als een inspanningstest en een MRI kan Angina pectoris gediagnosticeerd.

Ook hier kunnen de eerder genoemde dotterbehandeling en bypassoperatie de doorbloeding van de hartspier verbeteren.

Belangrijke risicofactoren van Angina pectoris zijn net als bij hartinfarcten; hoge leeftijd, roken, een hoog cholesterolgehalte in het bloed, hoge bloeddruk, overgewicht, te weinig bewegen en Diabetes mellitus. De patiënt zal dus zijn levensstijl moeten aanpassen wil het voorkomen dat opnieuw zijn hartslagaders vernauwen met alle gevolgen van dien.

Bij Angina pectoris kan Tele-monitoring een rol spelen in de diagnostiek. Patiënten die met bovengenoemde klachten bij de huisarts komen, kunnen direct worden uitgerust met de eerder genoemde ECG apparatuur. Als zich een pijnaanval voor doet, kan direct op het ECG afgelezen worden wat er aan de hand is en kan een specialist worden gewaarschuwd. Omdat het aanvalsgewijs voorkomt, moet de patiënt gedurende een langere tijd gemonitord worden. Het apparaat is zelf in staat afwijkende signalen te detecteren en kan dit doorsturen naar de specialist. Verder wordt de patiënt in de gaten gehouden en kan een dreigend infarct worden opgemerkt. Doet deze situatie zich voor dan kan er op tijd worden ingegrepen en erger helpen voorkomen. Hier wordt de kracht van Tele-monitoring zichtbaar, een dreigend infarct kan nu namelijk worden voorkomen. Ook hier snijdt het mes dus aan twee kanten, de patiënt is gezonder en het houdt ziekenhuisbedden leeg. Tele-monitoring kan daarbij de capaciteit van de cardioloog vergroten omdat deze tegelijk meer patiënten in de gaten kan houden.

De voordelen

In dit hoofdstuk zal ik behandelen wat Tele-monitoring beter is dan huidige behandelmethodes. Waarbij ik een overzicht zal geven, waarnaar gekeken wordt naar voordelen voor het ziekenhuis, de arts en de patiënt zelf.

Voor de patiënt

Tele-monitoring maakt het mogelijk dat de patiënt thuis kan blijven terwijl er gemeten wordt aan zijn hart. In een vertrouwde omgeving voelt de patiënt zich meestal beter en vooral tijdens de dagelijks bezigheden openbaren de klachten zich. Daarnaast bespaart het de patiënt kosten van een bezoek aan het ziekenhuis. Eventueel kan de patiënt veilig naar zijn of haar werk, omdat het apparaat ongehinderd meegedragen kan worden. Dit geeft de patiënt dus veel meer bewegingsvrijheid. Het creëert ook een stukje veiligheid voor de patiënt, omdat deze continue in de gaten gehouden wordt. Het apparaat is namelijk zelf instaat alarm te slaan wanneer de patiënt daar zelf niet meer toe in staat is. Te denken aan een acuut hartinfarct waarbij de pijn zo hevig is dat de patiënt geheel gedesoriënteerd is geraakt waardoor deze niet in staat is alarm te slaan. Deze afwijkingen aan het ECG worden geregistreerd en direct doorgestuurd naar de centrale met de melding dat er wat aan de hand is. In de centrale bevindt zich medisch geschoold personeel welke, indien nodig, direct een ambulance kunnen sturen.

Naast de gecreëerde veiligheid biedt Tele-monitoring ook de mogelijkheid voor de patiënt tot inzage van zijn eigen gezondheid. Het apparaat kan de gemeten ECG's afbeelden op een display en zo de patiënt informeren.

Als laatste creëert deze methode een stuk zelfstandigheid. Het plaatsen van de elektrodes door middel van een band, maakt het mogelijk dat de patiënt ze zelf om en af kan doen en is het verder niet meer afhankelijk van een arts.

Kiest de patiënt er voor om hem af te doen, dan moet deze zich afmelden bij het systeem. Dit zal moeten worden overlegd met de arts, zodat men weet dat er mogelijk niets aan de hand is. Deze situatie kan zich voordoen als de patiënt zich wil douchen, afgesproken wordt dat de patiënt zich binnen een afgesproken tijd weer terug aanmeldt om de monitoring te vervolgen. Mocht deze zich niet meer aanmelden, dan zal er contact worden gezocht met de patiënt en desnoods alarm geslagen. Een familielid of kennis kan eventueel worden ingelicht om een kijkje te nemen. Zo is de patiënt, ook als het niet direct wordt gemonitord, beveiligd.

Voor de Arts

Het gebruik van tele-monitoring levert meerdere voordelen voor de arts. Zo kan het gebruik ervan de capaciteit van de arts enorm vergroten. Voorheen kon de arts maar bij één patiënt tegelijk een ECG afnemen, nu wordt er op hetzelfde moment bij alle patiënten een ECG afgenomen. Ook hoeft de arts alleen maar naar de patiënten te kijken waarvan het apparaat aangeeft dat er iets aan de hand is.²² Het apparaat is namelijk instaat afwijkende ECG's te herkennen ten opzichte van gezonde ECG's. Geen nieuws is dus goed nieuws voor de arts. Dit maakt het dus mogelijk tegelijk meerdere patiënten te controleren.

Bij patiënten die in aanmerking komen voor een 24uurs ECG en worden uitgerust met dit systeem, kan de arts in een oogopslag zien wat er voor bijzonders is gebeurd. Als de arts een afwijkend ECG signaal constateert, kan het direct contact op nemen met de patiënt. De patiënt kan dan vervolgens verklaren wat het op dat moment heeft gedaan. Zo kan het systeem helpen bij het diagnosticeren van hartritmestoornissen. Omdat de gemeten ECG's worden opgeslagen in een computersysteem zijn ze te allen tijde beschikbaar voor de arts. De arts is dus instaat zelf in te plannen wanneer deze dit type patiënten bekijkt en daarmee zijn productiviteit vergroten.

Voor het ziekenhuis

Tele-monitoring levert voor het ziekenhuis meerdere voordelen. Het kan de capaciteit vergroten en voor het ziekenhuis kostenbesparend werken.

Het kost namelijk tijd om van een patiënt een ECG te maken. Dit houdt de arts of doktersassistenten en apparatuur bezet. Verder moet de patiënt steeds terugkeren voor verder onderzoek of controle. Echter met behulp van Tele-monitoring kunnen ECG's thuis worden afgenomen en hoeft er minder medisch personeel worden ingezet. Tele-monitoring kan dus een hoop arbeidskosten besparen.

Op het gebied van capaciteitsvergroting is het mogelijk meerdere patiënten onder te brengen bij één arts. Omdat het systeem zelf in staat is afwijkende ECG's te constateren.

Verder wordt een geautomatiseerd systeem nooit moe, het kan 24 uur door blijven gaan en constante meetwaarden leveren. Enig kosten dat het met zich meebrengt is onderhoud en afschrijving.

Meerdere studies tonen dan ook aan dat Tele-monitoring kosten besparend kan werken. Tele-monitoring is namelijk in staat het aantal beddagen en het aantal heropnames te verlagen²³. Al deze effecten zullen dus voor het ziekenhuis kostenbesparend werken.

Verder zal het ziekenhuis niet veel te hoeven investeren in dit systeem, omdat er gebruik wordt gemaakt van bestaande communicatie middelen. Ieder ziekenhuis is al uitgerust met internet en elke arts is in staat te werken met een computer. Verder is het systeem zo ontworpen dat men weinig ICT kennis behoeft.

Ook noemenswaardig is dat er in vele gevallen nu veel sneller een diagnose vastgesteld kan worden, omdat de patiënt nu geen tijd meer kwijt is aan reizen.

Tele-monitoring is dus een ideale methode voor het ziekenhuis om haar patiënten te behandelen. Het kan helpen bij de diagnostiek en bij de nazorg van de patiënt thuis, omdat de controle al daar kan worden uitgevoerd.

Niet-westerse landen

In dit hoofdstuk wil ik in het kort de mogelijkheden van Tele-monitoring voor niet westers landen uiteenzetten.

Tele-monitoring is een geschikte methode om informatie te verkrijgen van een patiënt over een grote afstand. Niet alleen informatie over het hart als een ECG, maar ook zuurstofgehalten, bloeddruk en ademhalingsfrequenties kunnen op afstand worden gemeten.

Het systeem staat helemaal op zichzelf, als het is voorzien van stroom en de elektrodes zijn correct aangebracht op het lichaam, dan kunnen de signalen worden gemeten. Daarnaast is het apparaat zelf in staat te controleren of het om een gezond signaal gaat. Zodra er een afwijkend signaal gedetecteerd wordt, kan deze een alarm afgeven en verbinding zoeken met de centrale. Een verbinding kan gelegd worden via verschillende communicatiemiddelen, mobiel of vast behoren tot de mogelijkheid.

In niet westerse landen is de kans groot dat er geen internet voor handen is. Ook komt het voor dat zelfs een telefoonverbinding niet mogelijk is. Er zullen dus eerst voorzieningen moeten worden gerealiseerd die het mogelijk maken om over een grote afstand te kunnen communiceren. Gedacht kan worden aan het creëren van centra, waaruit de omliggende kleine dorpjes geholpen kunnen worden. Een dergelijk centraal punt staat in verbinding met het dichtstbijzijnde medisch centrum. De verbinding kan op verschillende manieren tot stand gebracht worden, één mogelijkheid is bijvoorbeeld, gebruik te maken van een satellietverbinding.

Deze centrale punten moeten nu fungeren als doktersposten en zullen beter bereikbaar zijn dan het verafgelegen medisch centrum. De patiënten kunnen nu worden gemonitord en met behulp van de specialisten in het medisch centrum kan een diagnose worden vastgesteld. Voordeel van deze methode is dat nu eerder en sneller een diagnose gesteld kan worden en daarbij patiëntenlevens kunnen worden gered. Het is namelijk ook mogelijk om via diezelfde verbinding, instructies te geven hoe een patiënt te opereren of zelfs een operatie op afstand uit te voeren.

Tele-monitoring kan dus grote afstanden overbruggen en is een relatief goedkope investering. Het gaat om betrekkelijk eenvoudige apparatuur, die gemakkelijk is te bedienen. Daarnaast biedt Tele-monitoring niet-westerse patiënten dezelfde voordelen als westerse patiënten. Het enige wat gerealiseerd moet worden is een elektrische energiebron en de mogelijkheid tot maken van een verbinding. Zodra deze voorhanden zijn kan er gebruik worden gemaakt van deze techniek.

Conclusie

“Kan ECG-telemonitoring dienen als vervanging van een bezoek aan de specialist?”

Ja! ECG-Tele-monitoring kan inderdaad dienen als vervanging van een bezoek aan de specialist. Tele-monitoring (in engere zin ECG-Tele-monitoring) maakt het namelijk mogelijk dat de patiënt constant mobiel (thuis) gemonitord wordt.

Bij calamiteiten, bijvoorbeeld een afwijkend ECG-signaal, wordt er vervolgens een alarm gestuurd naar de centrale. Hier wordt het ECG dan gecontroleerd op wat er precies aan de hand is.

Dit biedt grote voordelen, er kan dan direct worden ingegrepen, zoals het sturen van een ambulance, huisarts of een oproep.

Tijdens dit hele proces komt de specialist pas bij de controle van het ECG te pas. Terwijl normaliter de specialist al aan het begin nodig is, voor het maken van een ECG, het aanleggen van de elektroden voor de Holter en het interpreteren van de resultaten om te komen tot een diagnose.

Samenvattend geeft dit alles een enorme tijdwinst en kostenbesparing.

Voordelen zijn:

- de patiënt behoudt zijn bewegingsvrijheid,
- geen stress als gevolg van een bezoek aan een specialist,
- mogelijkheid tot directe inzage status patiënt,
- patiënt staat 24 uur continue onder controle (verhoogd veiligheidsgevoel),
- onder elke omstandigheid wordt er geregistreerd,
- sneller instaat tot diagnose, ingrijpen,

Nadelen kunnen zijn:

- de aanschaf- en onderhoudskosten van de ECG-Tele-monitoring apparatuur,
- een centrale meldkamer die 24/7 beschikbaar moet zijn.

Concluderend:

Tele-monitoring is een goede, veilige en accurate methode om een overzicht te krijgen wat een patiënt mankeert.

Getracht heb ik een overzicht en een bewustzijn te creëren van de mogelijkheden die telemonitoring heeft. Echter Tele-monitoring wordt op dit moment nog weinig in de praktijk toegepast (RIVM 2001)²⁴. De verwachting is dat het aantal zorgverleners dat deze service aanbiedt zal stijgen.

Hierbij is mijn advies dan ook: dat men Tele-monitoring snel als een standaard methode gaat gebruiken. Patiënt en arts zijn hier beiden enorm bij gebaad.

Referenties:

- ¹ Nederlands Instituut voor Telemedicine (NITEL). *Wat is telemedicine?* Verkregen op 29 juni 2009, van <http://www.nitel.nl/telemedicine/>
- ² Marlene Maheu, Pamela Whitten, Ace Allen. *E-Health, Telehealth, and Telemedicine: A Guide to Startup and Success* (2001)
- ³ E Hoefman, HCPM van Weert, JB Reitsma, RW Koster, PJE Bindels. *De opbrengst van eventrecorders bij de diagnostiek van hartritmestoornissen in de huisartsenpraktijk: een gerandomiseerd effectonderzoek*. Huisarts & Wetenschap 48 (12) november 2005. (Verkregen van <http://www.ipt-telemedicine.nl/downloads/eventrecorders.pdf>)
- ⁴ Nederlands Hartstichting. *Hartfilmpje of elektrocardiogram (ECG)*. Verkregen op 30 juni 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=5545&rID=1877>
- ⁵ Nederlands Hartstichting. *Holteronderzoek*. Verkregen op 30 juni 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=5545&rID=1878>
- ⁶ E Hoefman, HCPM van Weert, JB Reitsma, RW Koster, PJE Bindels. *De opbrengst van eventrecorders bij de diagnostiek van hartritmestoornissen in de huisartsenpraktijk: een gerandomiseerd effectonderzoek*. Huisarts & Wetenschap 48 (12) november 2005. (Verkregen van <http://www.ipt-telemedicine.nl/downloads/eventrecorders.pdf>)
- ⁷ MEDCAT, Medische apparatuur en Toebehoren. *ECG Elektrode Band*. Verkregen op 1 juli 2009, van <http://www.medcat.nl/Cardio/ecgbelt.htm>
- ⁸ Paul Rubel, T, Jocelyne Fayn, , Giandomenico Nollo, Deodato Assanelli, Bo Li, Lioara Restier, Stefano Adami, Se´bastien Arod, Hussein Atoui, Mattias Ohlsson, Lucas Simon-Chautemps, David Te´lisson, Cesare Malossi, Gian-Luca Ziliani, Alfredo Galassi, Lars Edenbrandt, Philippe Chevalier. *Toward personal eHealth in cardiology. Results from the EPI-MEDICS telemedicine project*. Journal of Electrocardiology 38 (2005) 100–106.
- ⁹ Paul Rubel, T, Jocelyne Fayn, , Giandomenico Nollo, Deodato Assanelli, Bo Li, Lioara Restier, Stefano Adami, Se´bastien Arod, Hussein Atoui, Mattias Ohlsson, Lucas Simon-Chautemps, David Te´lisson, Cesare Malossi, Gian-Luca Ziliani, Alfredo Galassi, Lars Edenbrandt, Philippe Chevalier. *Toward personal eHealth in cardiology. Results from the EPI-MEDICS telemedicine project*. Journal of Electrocardiology 38 (2005) 100–106.
- ¹⁰ Nienke Nijhof (30 augustus 2007), scriptie: *Telemedicine bij zorgprofessionals* (te vinden via http://essay.utwente.nl/620/1/scriptie_Nijhof.pdf)
- ¹¹ Nederlands Hartstichting. *Aangeboren (congenitale) hartafwijkingen*. Verkregen op 2 juli 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=5544&rID=1859>
- ¹² Het Diabetes Fonds, *Wat is diabetes?* Verkregen op 9 juli 2009 van <http://www.diabetesfonds.nl/watisdiabetes>
- ¹³ Het Astma Fonds, Homepage en verdere linken. Verkregen op 9 juli 2009 van <http://www.astmafonds.nl/content.jsp?objectid=10062>

-
- ¹⁴ Elger Christian E., Burr Wieland. *Advances in telecommunications concerning epilepsy*. Epilepsia (2000).
- ¹⁵ Nederlands Hartstichting. *Wat is hartfalen?* Verkregen op 1 juli 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=6053>
- ¹⁶ Nederlands Hartstichting. *Leven met Hartfalen..* Verkregen op 9 juli 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=6053&rID=1966>
- ¹⁷ Nienke Nijhof (30 augustus 2007), scriptie: *Telemedicine bij zorgprofessionals* (te vinden via http://essay.utwente.nl/620/1/scriptie_Nijhof.pdf)
- ¹⁸ RIVM. *Coronaire hartziekten: De ziekte, de determinanten en de zorg voor de patiënt*. Verkregen op 8 juli, van http://www.rivm.nl/vtv/object_document/o1306n17964.html
- ¹⁹ Nederlands Hartstichting. *Hartinfarct*. Verkregen op 1 juli 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=5544&rID=1901>
- ²⁰ Amala A. Louis, Tracy Turner, Marcia Gretton, Angela Baksh, John G.F. Cleland. *A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure*. The European Journal of Heart Failure 5 (2003) 583–590
- ²¹ Nederlands Hartstichting. *Angina pectoris*. Verkregen op 1 juli 2009, van <http://www.hartstichting.nl/go/default.asp?mID=5544&rID=1913>
- ²² János Tomcsányi, Péter Bezzeg. *Home ECG Monitoring of High-Risk Post-Myocardial Infarction Patients*. CEMED, 2009, Volume 3, Number 2, pagina's 263–267.
- ²³ Amala A. Louis, Tracy Turner, Marcia Gretton, Angela Baksh, John G.F. Cleland. *A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure*. The European Journal of Heart Failure 5 (2003) 583–590
- ²⁴ F.J.M. Vlaskamp, K. Webers, G.W.M. Peters-Volleberg, A.R. Halteren. RIVM Rapport 605910008/2001. *Telemedicine and Telecare in de thuiszorg: Historische ontwikkelingen en toekomstverwachtingen*. (Te vinden op <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/605910008.pdf>)