

STANDARD OPERATION PROCEDURE
VOOR CARDIOLOGISCH INSPANNINGSONDERZOEK

versie 1.1
Augustus 2007

Opdrachtgever:	Bestuur van de NVVC
Vorbereid door:	G.J. de Weerd, cardioloog, lid Commissie Kwaliteit van de NVVC

Inhoudsopgave

	Pagina
1. Afbakening en doel van het inspanningsonderzoek	3
2. Samenvatting van het inspanningsonderzoek	3
3. Indicaties voor inspanningsonderzoek	4
4. Contra-indicaties voor inspanningsonderzoek	5
5. Wachtijd en beschikbaarheid	6
6. Benodigde apparatuur	6
7. Omgevingseisen	7
8. Technische eisen aan en onderhoud van (rand)apparatuur	7
9. Voorbereiding patiënt	8
10. Uitvoering van het inspanningsonderzoek	9
11. Beëindiging van het inspanningsonderzoek	10
12. Complicaties van inspanningsonderzoek	11
13. Eisen aan uitvoerend personeel	12
14. Verslaglegging, supervisie, opslag onderzoeksgegevens	12
15. Veiligheidsaspecten	13

Tabellen

Tabel 1: indicaties voor inspanningsonderzoek

Tabel 2: absolute contra-indicaties voor inspanningsonderzoek

Tabel 3: relatieve contra-indicaties voor inspanningsonderzoek

Tabel 4: voor inspanningsonderzoek benodigde (rand)apparatuur

Tabel 5. absolute indicaties voor beëindiging van het inspanningsonderzoek

Tabel 6: relatieve indicaties voor beëindiging van het inspanningsonderzoek

Tabel 7: complicaties van inspanningsonderzoek

Tabel 8: gegevens in het verslag van het inspanningsonderzoek

Tabel 9: veiligheidsaspecten bij inspanningsonderzoek

1. Afbakening en doel van het inspanningsonderzoek

- 1.1 Deze S.O.P. betreft inspanningsonderzoek verricht op cardiologische indicatie. In plaats van inspanningsonderzoek wordt ook wel gesproken van inspanningstest, ergometrie of ergometrisch onderzoek. In deze S.O.P wordt de term inspanningsonderzoek gehanteerd.
- 1.2 Inspanningsonderzoek op pulmonologische, perifeer-vasculaire, kindergeneeskundige of andere indicaties vallen buiten het bereik van deze S.O.P. Als hierna gesproken wordt over inspanningsonderzoek dan wordt inspanningsonderzoek op cardiologische indicatie bedoeld.
- 1.3 Inspanningsonderzoek is een cardiologisch functieonderzoek waarbij een patiënt in aanwezigheid van een geschoold persoon op gestandaardiseerde wijze een fysieke inspanning verricht. De belasting wordt tijdens het onderzoek volgens een protocol stapsgewijs zwaarder gemaakt. Er wordt hiertoe gebruik gemaakt van een loopband die stapsgewijs steeds sneller gaat draaien en schuiner wordt gezet of een fietsopstelling waarbij de weerstand op de trappers stapsgewijs steeds zwaarder wordt gemaakt.
- 1.4 De nadruk van de observatie tijdens het onderzoek ligt bij de reactie van het hart op fysieke belasting. Tijdens het onderzoek vindt minimaal observatie en meting van de hartfrequentie, de bloeddruk, het electrocardiogram (ECG) en de klinische toestand van de patiënt plaats. Additionele metingen zoals de zuurstofconsumptie vallen buiten het bereik van deze S.O.P.
Ook de combinatie van inspanningsonderzoek met radionuclide beeldvorming en echocardiografie vallen buiten het bereik van deze S.O.P.
- 1.5 De sensitiviteit, specificiteit, positief- en negatief voorspellende waarde van inspanningsonderzoek voor de verschillende indicaties vormen geen onderdeel van deze S.O.P. Hiervoor wordt naar de daartoe beschikbare literatuur verwezen.
- 1.6 Tevens wordt voor meer gegevens verwezen naar de 'ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing'.

2. Samenvatting van het inspanningsonderzoek

- 2.1 De indicatie voor een inspanningsonderzoek wordt door een arts gesteld, verder genoemd de aanvrager. Meestal zal het om een cardioloog gaan, maar ook andere artsen, zoals huisartsen, sportartsen of bedrijfsartsen kunnen de indicatie stellen. Voor de indicaties zoals besproken in deze S.O.P. in tabel 1 dient een cardioloog de aanvrager te zijn. Degene die de indicatie stelt is ook verantwoordelijk voor het beoordelen van eventuele contra-indicaties.
- 2.2 Daar verder geen speciale voorbereidingsmaatregelen hoeven te worden getroffen, kan het inspanningsonderzoek meestal direct aansluitend aan de indicatiestelling plaatsvinden. Als dit niet mogelijk is, dan zal met de patiënt een afspraak worden gemaakt. Uit patiëntvriendelijke overwegingen dient een wachttijd van maximaal een week te worden nagestreefd.

- 2.3 Het onderzoek zal worden uitgevoerd in een speciaal daartoe ingerichte ruimte. Aan deze ruimte zijn eisen gesteld. Het betreft hier eisen aan grootte, klimaatregeling en ventilatie van de ruimte, kwaliteits- en veiligheidseisen van de (rand-) apparatuur en de aanwezigheid van gekwalificeerd personeel, materialen en protocollen om complicaties zoals ernstige hartritmestoornissen te kunnen behandelen. Zie hiervoor paragrafen 6, 7, 9 en 13.
- 2.4 Inspanningsonderzoek dient plaats te vinden onder supervisie van een arts met ervaring in inspanningsonderzoek, bij voorkeur een cardioloog. Het personeel dat het inspanningsonderzoek uitvoert moet geschoold en ervaren zijn in het verrichten ervan. Meestal zal het onderzoek worden uitgevoerd door een hartfunctielaborant, maar ook een (basis)arts, CCU-verpleegkundige of physician assistant kan het onderzoek uitvoeren mits hierin geschoold en ervaren.
- 2.5 Nadat de voorbereidingen zijn getroffen, zie paragraaf 9, wordt aangevangen met het inspanningsonderzoek. Tijdens het inspanningsonderzoek wordt de apparatuur bediend door de hartfunctielaborant en worden observaties en metingen van hartfrequentie, bloeddruk, ECG en klinische toestand van de patiënt protocollair verricht en geregistreerd. Het inspanningsonderzoek wordt volgens protocol op een bepaald moment beëindigd, zie paragraaf 11.
- 2.6 Van het inspanningsonderzoek wordt direct een schriftelijk en/of digitaal verslag gemaakt, zie paragraaf 14. De ECG's worden eveneens schriftelijk en/of digitaal opgeslagen. De definitieve beoordeling van de ECG's dient te worden verricht door een ervaren arts, bij voorkeur een cardioloog. Ook de conclusie van het inspanningsonderzoek dient te worden gemaakt door een ervaren arts, bij voorkeur een cardioloog.
- 2.7 De patiënt ontvangt bij voorkeur direct na het inspanningsonderzoek de uitslag van degene die de indicatie heeft gesteld. Als dit niet mogelijk is, dan dient ernaar gestreefd te worden de uitslag binnen uiterlijk één week te geven. Wel dient ten allen tijde de definitieve beoordeling van het inspanningsonderzoek, inclusief de definitieve beoordeling van de ECG's, op dezelfde dag plaats te vinden.

3. Indicaties voor inspanningsonderzoek

- 3.1 De indicatie voor inspanningsonderzoek wordt gesteld door de aanvrager. Meestal zal dit een cardioloog zijn, maar het kunnen ook andere artsen zijn, zoals huisartsen, sportartsen of bedrijfsartsen. De meest voorkomende indicaties voor inspanningsonderzoek staan in tabel 1.

Tabel 1: indicaties voor inspanningsonderzoek			
	Indicatie	Doel	Opmerking
1.	diagnostiek van klachten over thoracale pijn en kortademigheid	Aantonen van obstructief coronairlijden	cave positief en negatief voorspellende waarde en Bayes theorema
2.	diagnostiek van klachten over duizeligheid, (pre) syncope en hartkloppingen, met name indien geluxeed door inspanning	aantonen van inspanningsgeïnduceerde supraventriculaire tachycardien aantonen van inspanningsgeïnduceerde ventriculaire tachycardien aantonen van inspanningsgeïnduceerde atrioventriculaire geleidingsstoornissen	
3.	beoordeling therapeutisch resultaat en functionele capaciteit van stabiele angina pectoris	beoordeling therapeutisch resultaat en functionele capaciteit van stabiele angina pectoris	
4.	beoordeling prognose en functionele capaciteit na myocardinfarct	beoordeling prognose en functionele capaciteit na myocardinfarct	
5.	beoordeling rate-control bij supraventriculaire ritmestoornissen	beoordeling rate-control bij supraventriculaire ritmestoornissen	
6.	analyse preexcitatie syndromen en LQTS		
7.	controle medicatie-effect op ECG		bijvoorbeeld flecainide

4. Contra-indicaties voor inspanningsonderzoek

- 4.1 Hoewel inspanningsonderzoek in het algemeen een veilig onderzoek is, kunnen zowel myocardinfarct als acute dood optreden; de incidentie hiervan bedraagt circa 1:2500. Er dient derhalve rekening gehouden te worden met absolute en relatieve contra-indicaties om het risico op complicaties zo klein mogelijk te houden. Het is de verantwoordelijkheid van de aanvrager om te beoordelen of er absolute of relatieve contra-indicaties bestaan.
- 4.2 Het is eveneens de verantwoordelijkheid van de aanvrager om zich er van te vergewissen dat aan alle veiligheidseisen is voldaan, zie paragraaf 15. De absolute contra-indicaties staan in tabel 2, de relatieve contra-indicaties in tabel 3.

Tabel 2: absolute contra-indicaties voor inspanningsonderzoek	
1.	Acuut myocardinfarct binnen 2 dagen
2.	Hoog-risico instabiele angina pectoris
3.	Onbehandelde hartritmestoornissen gepaard gaand met symptomen of hemodynamische instabiliteit
4.	Symptomatische ernstige aortaklepstenose en hypertrofische cardiomyopathie
5.	Onbehandeld ernstig symptomatisch hartfalen
6.	Acute longembolie of longonsteking en acute diepe veneuze thrombose
7.	Acute myocarditis, pericarditis en endocarditis
8.	Acute aortadissectie

Tabel 3: relatieve contra-indicaties voor inspanningsonderzoek	
1.	Linker hoofdstam stenose
2.	Matig-ernstig stenotisch kleplijden
3.	Electrolyetstoornissen
4.	Ernstige arteriële hypertensie (advies, hoewel onbewezen: systolische bloeddruk > 200 mm Hg en/f diastolische bloeddruk > 110 mm Hg)
5.	Tachyarrhythmien of bradyarrhythmien
6.	Hypertrofische cardiomyopathie en andere vormen van uitstroombaanobstructie
7.	Geestelijke of lichamelijke beperkingen waardoor inspanning onvoldoende mogelijk is
8.	Hooggradig atrioventriculair blok

5. Wachtijd en beschikbaarheid

- 5.1 Inspanningsonderzoek is door zijn beperkte voorspellende waarde vaak slechts een eerste stap in de diagnostiek van mogelijk cardiale klachten. Verder is inspanningsonderzoek een laagrisico onderzoek waarvoor geen speciale voorbereidende maatregelen nodig zijn. Derhalve moet en kan de wachttijd voor inspanningsonderzoek kort zijn. Bij voorkeur is de lokale organisatie zodanig dat inspanningsonderzoek direct, zonder wachttijd kan plaatsvinden. Als dit niet haalbaar is, dan moet inspanningsonderzoek binnen een week na de indicatiestelling kunnen plaatsvinden.
- 5.2 Er bestaan voor inspanningsonderzoek geen spoedindicaties, anders dan van logistieke aard. Derhalve is beschikbaarheid van inspanningsonderzoek buiten kantooruren niet noodzakelijk.

6. Benodigde (rand)apparatuur

- 6.1 Voor de uitvoering van inspanningsonderzoek is de aanwezigheid van de volgende (rand)apparatuur noodzakelijk, zie tabel 4.

Tabel 4: voor inspanningsonderzoek benodigde (rand)apparatuur	
1.	Loopband of fietsergometer
2.	Registratie-apparatuur
3.	ECG-elektrodes en kabels, scheermesje, schuurmiddel; bij zuigsysteem: elektrodespray, filters
4.	Bloeddrukmeter, bij voorkeur automatisch
5.	Werktafel en stoel
6.	Personal computer
7.	Bed of brancard
8.	Mobiele bloeddrukmeter en stethoscoop
9.	Defibrillator, defibrillatiepads, plakelektrodes, registratiepapier
10.	Infuus materiaal: venflons, stuwband, gaasjes, desinfectans, pleisters
11.	Reanimatiekar (tenzij volgens lokaal protocol snel beschikbaar)
12.	Noodbelvoorziening
13.	Zuurstofaansluiting, zuurstofklok, zuurstofslang, neusbril, ambuballon
14.	Registratiemiddelen (papier en/of digitaal)
15.	Kleedruimte voor de patiënt met wastafel en/of doucheruimte, handdoeken
16.	Reinigingsmaterialen voor ergometer, registratieapparatuur, zuigelektrodes, defibrillator
17.	Medicatie: atropine, adrenaline, anti-arrhythmica, NaCl

7. Omgevingseisen

- 7.1 De ruimte waarin het inspanningsonderzoek plaatsvindt moet voldoende privacy voor de patiënt garanderen. Bij openen van een deur vanuit een publieke ruimte dient er geen direct zicht op de ergometer mogelijk te zijn. Om dezelfde reden dient er een afgescheiden kleedruimte voor de patiënt aanwezig te zijn.
- 7.2 Rondom de ergometeropstelling dient voldoende vrije loopruimte te bestaan om de patiënt aan beide zijden te kunnen ondersteunen ingeval van een plotse onwelwording. De afstand van de ergometer tot het meubilair zoals tafel, stoel, bed of brancard en registratieapparatuur moet zodanig zijn dat ingeval van een valpartij er geen risico bestaat dat patiënt er met enig lichaamsdeel tegenaan valt. Er moet voldoende ruimte bestaan om een op de grond terecht gekomen patiënt op te kunnen tillen en in het bed of op de brancard te tillen. Patiënt moet in dit bed of op deze brancard de onderzoeksruimte kunnen verlaten.
- 7.3 Indien er tijdens het onderzoek slechts één persoon in de ruimte aanwezig is en niet ten allen tijde binnen gehoorsafstand een tweede persoon aanwezig is, dient er een noodbelvoorziening aanwezig te zijn. Deze noodbel dient zich direct naast de ergometer te bevinden en vanaf beide zijden van de ergometer binnen handbereik te zijn.
- 7.4 In de onderzoeksruimte dient een klimaatregeling en ventilatie aanwezig te zijn. De kamertemperatuur dient 18-22 °C te zijn de luchtvochtigheid < 60%.
- 7.5 In de onderzoeksruimte moeten onderzoeksprotocollen aanwezig zijn. Deze dienen minimaal te bevatten: de absolute en relatieve contra-indicaties voor het onderzoek, de beëindigingindicaties, een tabel met de verwachte belastbaarheid en de handelwijze bij calamiteiten, zoals de wijze waarop een reanimatieteam ingeschakeld kan worden.

8. Technische eisen aan en onderhoud van (rand)apparatuur

- 8.1 De ergometrie-opstelling en de randapparatuur dienen te worden geleverd door een erkende leverancier en te voldoen aan kwaliteits- en veiligheidseisen. De apparatuur moet voldoen aan de normering IEC-601.
- 8.2 De ergometrie-opstelling en de randapparatuur dienen goed te functioneren en regelmatig op technische mankementen gecontroleerd te worden.
- 8.3 Voor de aard en frequentie van het technisch onderhoud wordt verwezen naar de onderhoudshandleiding van de leverancier.
- 8.4 De defibrillator dient goed te functioneren en dagelijks getest te worden. Er dient een jaarlijks preventief onderhoud plaats te vinden.

9. Voorbereiding van de patiënt

- 9.1 De patiënt dient geïnformeerd te worden over de aard en het doel van het onderzoek. Dit dient bij voorkeur mondeling plaats te vinden, eventueel aangevuld met schriftelijke informatie.
- 9.2 Daar het risico op complicaties bij inspanningsonderzoek zeer gering is en de handelingen van lopen en fietsen als bekend mogen worden verondersteld, hoeven de risico's van het onderzoek niet benadrukt te worden.
- 9.3 Wel dienen de absolute en relatieve contra-indicaties in acht te worden genomen. Tevens dient geïnformeerd te worden naar eventueel pulmonaal, chirurgisch, orthopedisch of neurologisch opgelegde beperkingen. Bij twijfel dient de behandelend longarts, chirurg, orthopedisch chirurg of neuroloog geconsulteerd te worden.
- 9.4 De patiënt kan geadviseerd worden sportkleding mee te nemen, zoals sportbroek en sportschoenen. Als daartoe geen gelegenheid bestaat, dient de patiënt zich vooraf aan het onderzoek te ontdoen van strak zittende kleding. In verband met de elektrodeaansluitingen op de thorax en de bereikbaarheid van de elektrodes tijdens het onderzoek, zal het bovenlichaam ontbloot moeten blijven.
- 9.5 Patiënt dient gedurende drie uur voorafgaand aan het onderzoek geen zware maaltijd te hebben genuttigd. Een lichte maaltijd is wel toegestaan.
- 9.6 Relevant medicijngebruik, zoals bètablokkers, calciumblokkers, amiodarone en digoxine, dient bekend te zijn.
- 9.7 Kort voorafgaand aan het onderzoek dient de patiënt nog gecontroleerd te worden op het bestaan van absolute of relatieve contra-indicaties voor het onderzoek. Hiertoe dient een checklist in de onderzoeksruimte aanwezig te zijn en dienen specifieke vragen aan de patiënt gesteld te worden. Indien er één of meerdere contra-indicaties blijken te bestaan, vindt eerst overleg met de aanvragend arts plaats, alvorens met het onderzoek wordt begonnen.
- 9.8 Cardiologisch inspanningsonderzoek wordt uitgevoerd met 12-kanaals ECG registraties. De elektrodes worden in liggende, zittende of staande houding op de patiënt aangebracht. Tevoren wordt de huid onthaard, ontvet met alcoholen geschuurd. Er wordt gecontroleerd of de elektrodes goed vastzitten door op de monitor te controleren of het ECG goed blijft terwijl men op de elektrodes tikt.
- 9.9 De plaatsing van de elektrodes is meestal als volgt: de zes precordiale elektrodes worden op dezelfde plaats aangebracht als bij een standaard 12-kanaals ECG: V1: 4^{de} intercostaalruimte (ICR) rechts parasternaal, V2 4^{de} ICR links parasternaal, V3 tussen V2 en V4, V4 5^{de} ICR op midclaviculairlijn, V5 zelfde hoogte als V4 op voorste axillairlijn, V6 zelfde hoogte als V4 op midaxillairlijn. De twee bovenste extremiteiten elektrodes worden beiderzijds lateraal in de fossa infraclavicularis geplaatst. De twee onderste extremiteiten elektrodes worden in de linker en rechter flank aangebracht, tussen de bekkenkam en de ribbenboog (de zogenaamde gemodificeerde posities van de extremiteiten elektrodes volgens Mason-Likar (zie publicatie van Mason en Likar, Am Heart J 1966;71:196-205; voor afbeeldingen, zie de volgende websites:

<http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/15/15x/masonlik.htm> voor de Mason-Likar elektrodeposities; en

<http://butler.cc.tut.fi/~malmivuo/bem/bembook/15/15x/1508x.htm> voor de standaard precordiale elektrodeposities). In geval van veel, niet te corrigeren, storing kunnen de extremiteiten elektrodes op dezelfde hoogte op de rug worden geplaatst. Van deze afwijkende plaatsing dient dan in het verslag melding te worden gemaakt.

- 9.10 Direct voorafgaand aan het onderzoek wordt een 12-kanaals ECG geregistreerd. Dit ECG wordt voordat het onderzoek van start gaat door een gekwalificeerd persoon, bij voorkeur een cardioloog, beoordeeld en eventueel vergeleken met voorgaande ECG's. Er dient hierbij rekening te worden gehouden met verschillen die kunnen ontstaan als gevolg van de houding van de patiënt en de positionering van de elektrodes.
- 9.11 Een bloeddrukmanchet wordt om één van beide armen aangesloten. In geval van een links/rechts verschil wordt gebruik gemaakt van de arm met de hoogste bloeddruk. De rustbloeddruk wordt gemeten en er wordt beoordeeld of deze een contra-indicatie voor het onderzoek vormt. Eventueel wordt overlegd met de aanvragend cardioloog.
- 9.12 Vervolgens krijgt de patiënt instructies omtrent de uitvoering van het onderzoeksprotocol. Tevens wordt de patiënt geïnstrueerd tijdens en na het onderzoek melding te maken van eventuele lichamelijke verschijnselen die ervaren worden. Als gebruik wordt gemaakt van een loopband, dan wordt de patiënt er nadrukkelijk op gewezen in geen geval van de loopband af te springen.
- 9.13 Aan de hand van een tabel wordt de te verwachten maximale belasting van de patiënt bepaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van patiëntkarakteristieken zoals leeftijd, geslacht en lengte.

10. Uitvoering van het inspanningsonderzoek

- 10.1 Bij cardiologisch inspanningsonderzoek wordt gebruik gemaakt van stapsgewijs toenemende belasting.
- 10.2 Bij inspanningsonderzoek met behulp van een fietsergometer wordt meestal begonnen met een lage belasting van 25 of 50 Watt, afhankelijk van de verwachte belastbaarheid van de patiënt. Dit is de 'warm-up' fase. Het toerental wordt daarbij door de patiënt steeds tussen 60 en 80 per minuut gehouden. Na 1 à 2 minuten wordt de belasting met 25-50 Watt, verhoogd, eveneens afhankelijk van de verwachte belastbaarheid van de patiënt. De fietstest wordt beëindigd als een indicatie tot beëindiging is bereikt (zie paragraaf 11) of als de patiënt het toerental niet meer boven de 40 per minuut kan houden. Daarna volgt een 'cool-down' periode van 1 à 3 minuten waarbij de belasting geleidelijk wordt afgebouwd, aangepast aan de mogelijkheden van de patiënt.
- 10.3 Ook bij het inspanningsonderzoek met behulp van een loopbandergometer wordt gebruik gemaakt van een stapsgewijs toenemende belasting waarbij de loopsnelheid en hellingshoek stapsgewijs toenemen. Het meest gebruikte protocol hierbij is het Bruce-protocol.

- 10.4 Tijdens het onderzoek vindt een continue monitor observatie plaats en wordt minimaal eens per minuut een ECG geregistreerd en de bloeddruk gemeten en genoteerd. Ook eventuele ritmestoornissen worden geregistreerd.
- 10.5 Tevens wordt de patiënt continue geobserveerd. Er wordt gekeken naar dreigende tekenen van uitputting en circulatoire of respiratoire insufficiëntie. Met name wordt gelet op verschijnselen als overmatig transpireren, kortademigheid, tekenen van pijn, bleekheid, cyanose en bewustzijnsdaling.
- 10.6 Tijdens het onderzoek wordt regelmatig bij de patiënt geïnformeerd naar het bestaan van klachten. Deze klachten worden in het verslag genoteerd.
- 10.7 Vlak voor en direct na het einde van de inspanning worden ECG's geregistreerd.
- 10.8 In de herstelfase, die minimaal 3 minuten duurt, wordt ook minimaal iedere minuut een ECG geregistreerd. Deze registraties kunnen zowel in zittende als liggende houding worden gemaakt.

11. Beëindiging van het inspanningsonderzoek

- 11.1 Als routine wordt geadviseerd de patiënt te laten inspannen tot het moment dat hij/zij aangeeft als gevolg van vermoeidheid niet meer in staat te zijn verder te kunnen gaan ('symptom-limited').
- 11.2 Alternatief is de patiënt te laten inspannen tot een vooraf bepaald percentage van de voorspelde maximale hartfrequentie is bereikt. Dit zou kunnen worden toegepast bij patiënten die herstellend zijn van een acuut coronair syndroom of een relatieve contra-indicatie voor inspanningsonderzoek hebben zoals matig-ernstig kleplijden. Er bestaat echter een belangrijke individuele spreiding in de maximaal bereikbare hartfrequentie. Tevens kan er invloed zijn van medicatie zoals bètablokkers, calciumblokkers en anti-arrhythmica.
- 11.2 Er zijn een aantal indicaties die aanleiding moeten geven tot een (voortijdig) staken van het inspanningsonderzoek. Deze indicaties kunnen absoluut (tabel 5) of relatief zijn (tabel 6).

Tabel 5: absolute indicaties voor beëindiging van het inspanningsonderzoek	
1.	Bloeddrukdaling van > 10 mm Hg ten opzichte van de beginmeting bij toenemende belasting wanneer er tevens andere tekenen van myocardischaemie zijn
2.	Matige tot ernstige angina pectoris
3.	Neurologische verschijnselen zoals ataxie, duizeligheid, near-syncope
4.	Tekenen van slechte perfusie zoals cyanose en bleekheid
5.	Technische problemen met de ECG of bloeddrukregistratie
6.	Wens van de patiënt
7.	Sustained ventriculaire tachycardie
8.	ST-segment elevatie = 1 mm in afleidingen zonder diagnostische Q's, behalve AVR of V1
9.	ICD-therapie zoals antitachypacing en shock

Tabel 6: relatieve indicaties vo or beëindiging van de het inspanningsonderzoek	
1.	Bloeddrukdaling van > 10 mm Hg ten opzichte van de beginmeting bij toenemende belasting zonder andere tekenen van myocardischaemie
2.	ST of QRS veranderingen zoals forse ST-segment depressie (> 2 mm horizontale of aflopende ST-segmenten) of sterke hartasdraaiing
3.	Andere ritmestoornissen dan sustained ventriculaire tachycardie zoals multifocale PVC's, tripletten van PVC's, supraventriculaire tachycardie, AV-blok, bradycardie
4.	Moeheid, kortademigheid, bronchospasme, beenkrampen, claudicatie-klachten, ataxie
5.	Ontwikkeling van bundeltakblok of intraventriculaire geleidingsvertraging die niet goed onderscheiden kan worden van ventriculaire tachycardie
6.	Toenemende borstpijn
7.	Hypertensieve respons (advies, hoewel onbewezen: systolische bloeddruk > 250 mm Hg en/f diastolische bloeddruk > 115 mm Hg)

- 11.3 Als patiënt heeft aangegeven niet meer verder te kunnen inspannen, dan wordt de belasting geleidelijk afgebouwd en gestaakt ('cool-down' fase).
- 11.4 Ook in de rustpauze worden iedere minuut ECG's geregistreerd en wordt de bloeddruk gemeten, bij voorkeur nog minimaal gedurende 3 minuten. Deze ECG's hebben vaak minder artefacten dan de ECG's die tijdens de inspanning zijn gemaakt. Tevens treden ischaemisch veroorzaakte repolarisatiestoornissen soms pas enkele minuten na beëindiging van de inspanning op.
- 11.5 Nadat geverifieerd is dat patiënt zich goed voelt en een eventuele ECG-verandering weer is verdwenen, kunnen de ECG-elektrodes en de bloeddrukmanchet worden verwijderd.

12. Complicaties van inspanningsonderzoek

- 12.1 De kans op ernstige complicaties bij inspanningsonderzoek kan als zeer klein worden beschouwd. De kans op myocardinfarct of acute dood wordt geschat op 1:2500. Minder ernstige complicaties komen vaker voor maar zijn in het algemeen zonder gevolgen. Van belang is de contra-indicaties voor inspanningsonderzoek in acht te nemen. Het aanwezige personeel moet geschoold zijn in inspanningsonderzoek. Tevens moeten voorzieningen voor ernstige complicaties zijn getroffen. Zie hiervoor paragraaf 15. Complicaties die kunnen voorkomen tijdens inspanningsonderzoek staan in tabel 7.

Tabel 7 : complicaties van inspanningsonderzoek	
1.	Hypotensie
2.	Acuut congestief hartfalen
3.	Ernstige hartritmestoornissen
4.	Hartstilstand
5.	Acuut myocardinfarct
6.	Acute neurologische verschijnselen zoals syncope en CVA
7.	Traumata, bijvoorbeeld ten gevolge van een valpartij
8.	Dood

13. Eisen aan uitvoerend personeel

- 13.1 Inspanningsonderzoek dient plaats te vinden onder supervisie van een ervaren arts, bij voorkeur een cardioloog. De feitelijke uitvoering van het onderzoek kan gedaan worden door een ervaren hartfunctielaborant, (basis)arts, CCU-verpleegkundige of physician assistant, mits de superviserend arts in de onmiddellijke nabijheid verkeert en beschikbaar is voor calamiteiten.
- 13.2 In alle gevallen dient degene die het onderzoek uitvoert op de hoogte te zijn en kennis te hebben van de indicaties en absolute en relatieve contra-indicaties voor het onderzoek en over voldoende kennis van de ECG-diagnostiek te beschikken.
- 13.3 Degene die het onderzoek uitvoert dient fysiek in staat te zijn een patiënt die onwel wordt op te vangen en een dreigende harde val op de grond te voorkomen. Tevens dient deze persoon, indien er geen tweede persoon aanwezig is, fysiek in staat te zijn de noodbel te bedienen.
- 13.4 De hartfunctielaborant of arts, niet zijnde een cardioloog, die het onderzoek uitvoert dient over een diploma 'basic life support' te beschikken. Tevens dient minimaal één maal per jaar een herhalingscursus 'basic life support' te worden gevolgd. Een diploma 'advanced life support' wordt aanbevolen.
- 14.5 Voor het adequaat behandelen van een ernstige complicatie, zoals een circulatiestilstand, zijn minimaal twee personen die aan de beschreven opleidingseisen voldoen, nodig.
- 14.6 Als slechts één persoon bij het inspanningsonderzoek aanwezig is, dan dient de tweede persoon binnen gehoorsafstand aanwezig te zijn of middels een noodbelvoorziening binnen maximaal 10 seconde aanwezig te kunnen zijn.
- 14.7 Minimaal één van deze twee personen moet 'advanced life support' kunnen verlenen. Hij moet ervaring hebben in het bedienen van een defibrillator, een infuusnaald kunnen inbrengen en de aanwezige farmaca inclusief zuurstoftherapie kunnen toepassen.
- 14.8 Om 'advanced life support' te kunnen bieden moet een volledig uitgeruste reanimatiekoffer of -kar aanwezig zijn. Als alternatief kan er een reanimatieteam oproepbaar zijn die is uitgerust met een reanimatiekar. De aanlooptijd moet dan maximaal 1-2 minuten bedragen.

14. Verslaglegging, supervisie, opslag van onderzoeksgegevens

- 14.1 Van het onderzoek wordt direct door degene die het onderzoek uitvoert een schriftelijk en/of digitaal verslag gemaakt. Hierin dienen minimaal te worden opgenomen (tabel 8):

Tabel 8: gegevens in het verslag van het inspanningsonderzoek	
1.	datum van het onderzoek
2.	demografische data van de patiënt
3.	het rust-ECG en de beginbloeddruk en hartfrequentie
4.	de verwachte maximale belasting
5.	de originele ECG-registraties tijdens het onderzoek
6.	de bloeddrukmetingen tijdens het onderzoek
7.	de observaties aan de patiënt tijdens het onderzoek
8.	de door de patiënt gemelde klachten tijdens het onderzoek
9.	de bereikte maximale belasting
10.	de reden van beëindiging van het onderzoek
11.	eventueel een voorlopige beschrijving van de ECG's
12.	eventueel een voorlopige conclusie
13.	eventueel relevant medicijngebruik

14.2 Het verslag wordt gecompleteerd met een definitieve beschrijving van de ECG's en een definitieve conclusie van het onderzoek door de aanvragend en/of superviserend cardioloog

14.3 Er dient te worden voldaan aan de wettelijke bewaartermijn van het verslag.

15. Veiligheidsaspecten

In tabel 9 staan de veiligheidsaspecten met betrekking tot cardiologisch inspanningsonderzoek.

Tabel 9: veiligheidsaspecten bij inspanningsonderzoek	
Veiligheidsaspect	Opmerking
In acht nemen van absolute en relatieve contra-indicaties	Zie paragraaf 4
Voldoen aan omgevingseisen	Zie paragraaf 7
Goed functionerende en onderhouden ergometrieopstelling	Zie paragraaf 8
Goede voorbereiding van de patiënt	Zie paragraaf 9
Goede uitvoering van het onderzoek	Zie paragraaf 10
In acht nemen van indicaties tot beëindiging van het onderzoek	Zie paragraaf 11
Kennis van complicaties van het onderzoek	Zie paragraaf 12
Goed opgeleid personeel	Zie paragraaf 13
Noodbelvoorziening	Zie paragraaf 7
Aanwezigheid van goed functionerende en regelmatig onderhouden defibrillator en aanwezigheid van personeel die de defibrillator kan bedienen	Zie paragraaf 6, 8 en 13
Aanwezigheid van farmaca en aanwezigheid van personeel dat deze farmaca kan toepassen	Zie paragraaf 8 en 13
Aanwezigheid van reanimatiekar of snelle oproepbaarheid van reanimatieteam	Zie paragraaf 13