



Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen  
Vakgroep Bewegings- en Sportwetenschappen

**STUDIE 1**  
**ONDERZOEK NAAR DE**  
**CHRONISCHE TRAININGSEFFECTEN VAN EEN**  
**“WHOLE BODY VIBRATION”-PROGRAMMA**  
**OP DE SPIERKRACHT**

**Onderzoeksrapport ten behoeve van Body Coach®**

**Prof. Dr. Renaat Philippaerts**  
**Prof. Dr. Matthieu Lenoir**  
**Lic. Femke De Meester**  
**Lic. Bart Huys**  
**Lic. Sarah Mieremet**  
**Lic. Randall Vereecken**

**GENT 2005**

## INHOUDSTAFEL

ABSTRACT	3
<u>DEEL I: Literatuurstudie</u>	
1. CHRONISCHE EFFECTEN	4
1.1. Chronische krachtwinst	4
1.2. Stabiliteit	10
1.3. Osteoporose	10
1.4. Lage rugpijn	12
2. CONCLUSIE EN HYPOTHESE	13
<u>DEEL II: Onderzoek</u>	
1. METHODEN	14
1.1. Proefgroep	14
1.2. Procedure	14
1.3. Instrumenten	16
1.4. Data analyse	18
2. RESULTATEN	18
2.1. Drop out	18
2.2. Neveneffecten	19
2.3. Initiële groepsverschillen	19
2.4. Effecten van vibratietraining op de krachtontwikkeling	19
3. DISCUSSIE	22
4. REFERENTIELIJST	28

## ABSTRACT

**Doel:** Het doel van de studie was het effect na te gaan van 10 weken vibratietraining met de Body Coach<sup>®</sup> op spierkracht en lenigheid bij 41 studenten 1<sup>e</sup> Bachelor Lichamelijke Opvoeding en Bewegingswetenschappen.

**Methoden:** De proefpersonen werden verdeeld in een vibratiegroep (WBV, n=30) en een controlegroep (CO, n=11). WBV trainde 3x/week op een vibratieplatform (Body Coach<sup>®</sup>). De oefeningen waren dynamische squat en pompen met knieënsteun. CO trainde niet. De maximale en explosieve kracht, de lenigheid en de omtrekmaten werden gemeten (pre-post).

**Resultaten:** De maximale kracht nam significant toe in de WBV-groep. De winst in de WBV-groep varieerde tussen 18,7% en 27,0%. Voor de controlegroep varieerde de winst tussen 2% en 13,6%. De explosieve kracht steeg eveneens significant in de WBV-groep variërend tussen 10,8% en 23,8%, terwijl de winst van de CO-groep beperkt bleef tot 4,6%. Voor lenigheid en spieromtrekken werden geen tot geringe veranderingen waargenomen.

**Conclusie:** WBV op de Body Coach<sup>®</sup> is een efficiënte trainingsmethode ter verbetering van spierkracht bij een sportieve populatie. Er werden beduidende verbeteringen teruggevonden in zowel maximale als in explosieve kracht.

## **DEEL I: LITERATUURSTUDIE**

### 1. CHRONISCHE EFFECTEN

Uit volgende studies blijkt dat er tal van chronische effecten uitgelokt worden door vibratietraining. Hieronder volgt een overzicht van de meest essentiële bevindingen.

#### **1.1. Chronische krachtwinst**

Het belangrijkste chronische effect van trainen op een vibratieplaat is krachtwinst. Hier werd dan ook het meest onderzoek naar verricht.

Torvinen et al. (2002) onderzochten het effect van een 4 maand durende vibratietraining op 5 prestatietests (vertical jump, isometrische extensiekracht van de onderste ledematen, handknijpkracht, shuttle run en postural sway). Aan dit onderzoek namen 56 gezonde jongvolwassenen vrijwillig deel. Deze werden ad random verdeeld over een controlegroep en een vibratiegroep. Er werd 3-5 keer per week getraind op het vibratieplatform (Finland<sup>®</sup>) waarbij de duur opliep tot 4 minuten per sessie in de laatste 2 maanden. De frequentie nam progressief toe per minuut (25Hz-40Hz), de amplitude bedroeg 2 mm. Per minuut werden volgende oefeningen uitgevoerd: squat (0-10s), rechtop staan (10-20s), ontspannen houding met gebogen knieën (20-30s), lichte sprongetjes (30-40s), gewicht van voet verplaatsen (40-50s), staan op de hielen (50-60s). Tijdens de eerste twee weken werd 2 minuten getraind (25Hz/60s, 30Hz/60s), in de daaropvolgende anderhalve maand 3 minuten (25Hz/60s, 30Hz/60s, 35Hz/60s) en tijdens de laatste 2 maanden 4 minuten (25Hz/60s, 30Hz/60s, 35Hz/60s, 40Hz/60s). Er werden significante verbeteringen gevonden bij de vertical jump en de isometrische extensiekracht van de onderste ledematen. De netto spronghoogte verbeterde na 2 maand met 8,5 % om dan gedurende de volgende 2 maanden constant te blijven. De netto isometrische extensiekracht verbeterde reeds 3,7% na 2 maand, maar deze winst daalde naar het einde van de interventie tot 2,5%. Volgens de onderzoekers kunnen de initiële verbeteringen verklaard worden door neurale aanpassingen. Pas daarna treden musculaire aanpassingen op. In dit onderzoek kon men geen verdere verbeteringen vaststellen wegens

afwezigheid van een verhoogde trainingsstimulus. De vibratietraining bleek geen significant effect te hebben op de handknijpkracht, de shuttle run en het lichaamsevenwicht.

Uit een voortgezette studie van Torvinen et al. (2003) bleek dat een 8 maand durende vibratietraining geen significante verandering teweegbracht in lichaamsevenwicht, handknijpkracht, shuttle run en isometrische extensiekracht van de onderste ledematen. Deze bevinding is in tegenstelling tot de resultaten die men na de eerste 4 maanden verkreeg (Torvinen et al., 2002). Tijdens de laatste 4 maanden werd enkel de frequentie verder opgedreven (30Hz/60s, 35Hz/60s, 40Hz/60s, 45Hz/60s). Ook het bot van de geteste jongvolwassenen vertoonde geen significante wijzigingen. Enkel op de vertical jump werd een significante winst van 7,8% waargenomen. De winst in verticale hoogtesprong wijst op neurale aanpassingen zoals reeds eerder vastgesteld bij studies op jongvolwassenen (Bosco et al., 1999).

In tegenstelling tot de studie van Torvinen et al. (2002; 2003) vergeleek men in het onderzoek van Delecluse et al. (2003) de effecten van vibratietraining met deze van een conventioneel programma, meer bepaald de knie-extensiekracht. Aan het onderzoek werkten 67 ongetrainde jonge vrouwen mee. Deze werden opgedeeld in 4 groepen. De vibratiegroep (WBV) en de placebogroep (PL) voerden 12 weken lang dynamische knie-extensie-oefeningen (squat, diepe squat, squat met de benen wijd gespreid, squat op 1 been en lunge) uit op de trilplaat (Power Plate®). Het trainingsvolume en de intensiteit stegen bij de WBV en de PL groep progressief over de 12 weken door volgende variabelen aan te passen: de duur (3-20 min), de reeksen per oefening (1-3), het aantal verschillende oefeningen (2-6), de vibratiebelasting zonder rust (30-60s), de rustperiodes (60-5s), de amplitude (2,5-5 mm) en de frequentie (35-40Hz). De derde groep (RES) volgde een krachttrainingsprogramma aan 10-20 RM. Deze groepen trinden 3 maal per week. Tevens was er een controlegroep (CO) die aan geen enkele interventie deelnam. De maximale bewegingssnelheid vertoonde in geen enkele conditie een significante verandering. Zowel bij de RES als de WBV verbeterde de isometrische (RES: 14,4%; WBV: 16,6%) en dynamische knie-extensiekracht (RES: 7,0%; WBV: 9,0%) significant. De veranderingen in beide groepen waren vergelijkbaar. De EMG-activiteit vertoonde een significante toename bij de vibratiegroep terwijl deze bij de placebogroep onveranderd bleef. De verticale spronghoogte steeg enkel significant in de vibratiegroep (7,6%). Aangezien er geen significante veranderingen vastgesteld werden in de PL- en de CO-groep kon men besluiten dat er geen placebo-effect was. Dit kon men in het vorige onderzoek niet aantonen (Torvinen et al., 2002). De stijging in spronghoogte van 7,6%

is te vergelijken met de toename van 8,5% uit de studie van Torvinen et al. (2002). Daarentegen kon in het onderzoek van Torvinen et al. (2002) slechts een stijging van 3,7% in isometrische knie-extensiekracht waargenomen worden. Dit verschil kan gedeeltelijk verklaard worden door het gebruik van een ander vibratieprogramma. In de studie van Torvinen et al. (2002) stonden de proefpersonen slechts 4 minuten per sessie op de trilplaat. Bij dit onderzoek (Delecluse et al., 2003) daarentegen liep de duur op van 3 tot 20 minuten per sessie. Daarenboven zou volgens Sale (1987) volledige activatie van de spier leiden tot vermoeidheid van de motorische eenheden wat uiteindelijk resulteert in krachtwinst. Waarschijnlijk was de duur van de training bij de studie van Torvinen et al. (2002) te kort om dit effect uit te lokken.

Roelandts et al. (2004a) waren de eerste die het effect van vibratietraining op de lichaamssamenstelling nagingen. Er werden 48 jonge ongetrainde vrouwen ad random toegewezen aan een 24 weken durend vibratieprogramma, een fitnessprogramma of aan een controlegroep die geen interventie onderging. De vibratiegroep trainde 3 maal per week met ten minste 1 dag rust tussen de sessies. De training bestond uit statische en dynamische oefeningen (hoge squat, diepe squat, lunge, biceps curl, ...) op een vibratieplatform (PowerPlate®). Het trainingsvolume nam toe door de duur per sessie (3-20 min), het aantal reeksen van dezelfde oefening (1-3) en het aantal verschillende oefeningen per spiergroep (1-3) progressief te doen toenemen over de 24 weken. Ook de trainingsintensiteit nam toe door een vermindering in rust tussen de sessies (60-5s) of door een verhoogde amplitude (2,5-5 mm) en/of verhoogde frequentie (35-45Hz). De tweede groep volgde 3 maal per week een fitnessprogramma van 15-40 minuten dat bestond uit een standaard cardiovasculair en krachttrainingsprogramma. Er werd gewerkt aan een belasting van 8-20 RM. Daarnaast was er een controlegroep die aan geen enkel trainingsprogramma deelnam. Na 24 weken werden in geen enkele groep significante veranderingen teruggevonden in gewicht, percentage lichaamsvet en huidploidikte. Deze bevindingen kunnen verklaard worden door het feit dat de cardiovasculaire belasting van een vibratieprogramma dat maximaal 20 minuten duurde, te laag was om een reductie in gewicht, percentage lichaamsvet en huidploidikte teweeg te brengen. Zowel in het WBV als het fitnesstrainingsprogramma werd een significante toename gevonden in spierkracht. Er was namelijk een stijging in isometrische knie-extensiekracht van 24,4% in de WBV-groep en 16,5% in de fitnessgroep. De toename in isokinetische kracht bedroeg 7,2% in de WBV-groep en 10,9% in de fitnessgroep. De bevindingen in beide groepen verschilden niet significant van elkaar. In de vibratiegroep nam de isometrische

kracht meer toe dan de isokinetische. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de oefeningen op de vibratieplaat vooral statisch waren, terwijl deze in de fitnessgroep vooral dynamisch waren. Door een langdurig trainingsprogramma waarbij het overload principe werd toegepast suggereerde men dat er eerst hoofdzakelijk neurale aanpassingen plaatsvinden en daarna musculaire. Dit kon men echter niet met zekerheid vaststellen door het ontbreken van EMG-metingen.

In een latere studie van Roelandts et al. (2004b) vinden we grotendeels hetzelfde protocol terug van de hierboven besproken studie, maar ditmaal werden de veranderingen in isometrische en dynamische knie-extensiekracht, snelheid van knie-extensie en verticale hoogtesprong onderzocht bij 89 postmenopauzale vrouwen. Ook hier werd met dezelfde 3 condities (WBV, RES, CO) gewerkt. Zowel de isometrische als de dynamische knie-extensiekracht verbeterde significant bij de 2 trainingscondities. De winst in isometrische kracht in de WBV en RES bedroeg respectievelijk 15,0% en 18,4%, deze voor de dynamische kracht 16,1% en 13,9%. Er werd dus geen significant verschil gevonden tussen beide condities. Dat wijst erop dat de effecten van vibratietraining vergelijkbaar zijn met deze van een conventioneel fitnessprogramma. Bij het laatstgenoemde programma werd gewerkt met een individueel bepaalde belasting. Indien men dit ook bij vibratietraining zou toepassen, zou dit volgens de onderzoekers tot een ander resultaat kunnen leiden. Na 12 weken werd in deze studie een winst in knie-extensiekracht (dynamisch en statisch) gevonden van 12,3%. Deze toename is te vergelijken met de toename van 12,8% die men waarnam bij jonge vrouwen (Delecluse et al., 2003). Deze vergelijking gaat echter niet op omdat eenzelfde trainingsstimulus voor oudere personen een grotere belasting betekent, aangezien de ouderen een groter lichaamsgewicht en een lagere mogelijkheid om kracht te genereren hebben. De oudere personen startten daarenboven op een lager fitheidniveau. Moest de trainingsbelasting identiek zijn, zou men waarschijnlijk een kleinere krachttoename bij ouderen waarnemen. Dit kan veroorzaakt worden door het feit dat de oudere mensen minder gevoelig zijn aan de vibratiestimulus door een afgenomen aantal spierspoeltjes (Swash en Fox, 1972). Na 24 weken vertoonde de snelheid van knie-extensie zowel in de RES- als de WBV-groep een significante vooruitgang, maar er werd geen significant verschil gevonden tussen de beide condities. Het significant positieve effect van chronische vibratietraining op de relatieve kracht-snelheidscurve van knie-extensie is in overeenstemming met de hypothese dat de tonische vibratiereflex vooreerst de mogelijkheid om hoge afvuursnelheden in hoge drempel motorische eenheden positief beïnvloedt. Daarenboven wordt gesuggereerd dat de

rekruteringsdrempel van motorische eenheden tijdens vibratietraining lager is dan tijdens vrijwillige contracties (Romaiguere et al., 1993), wat zou resulteren in een snellere activatie en training van hoge drempel motorische eenheden. Aangezien vooral het aantal hoge drempel snelle vezels afneemt bij het verouderen kan vibratietraining deze afname tegengaan en dus de bewegingssnelheid positief beïnvloeden. De verticale hoogtesprong verbeterde zowel in de WBV- (16%) als de RES-groep (12,1%) significant. Hoewel de winst in de WBV-groep groter was dan in de RES-groep kon geen significant verschil tussen de groepen aangetoond worden. De knie-extensiekracht is een belangrijke prestatiebepalende factor bij de verticale hoogtesprong. In deze studie is de bijdrage minder groot dan verwacht. Dit zou kunnen te wijten zijn aan een verminderde werking van de rek-verkortingscyclus bij oudere personen. Ook de angst om te vallen bij de landing zou een remmende invloed kunnen hebben op de verticale hoogtesprong. Andere verklaringen hiervoor zijn een verminderde coördinatie en explosiviteit. Alle hiervoor aangetoonde veranderingen door vibratietraining werden reeds vastgesteld na 12 weken. De winst in de daaropvolgende 12 weken was gering. Tijdens de eerste maanden van krachttraining is de toename in kracht namelijk groot omdat dan vooral neurale aanpassingen optreden (Sale, 1988). Bij verdere training gaat krachtontwikkeling slechts aan een mindere mate optreden (Morganti et al., 1995) en worden de intramusculaire veranderingen belangrijker (Sale, 1988). De resultaten van vibratietraining zijn grotendeels vergelijkbaar met deze van krachttraining. Hieruit kon men besluiten dat vibratietraining een even efficiënte methode is.

In de vorige onderzoeken werkte men vaak met een controlegroep die niet participeerde in een bepaalde interventie, daardoor kon men niet met zekerheid vaststellen of er een werkelijk verschil was in krachtwinst tussen beide condities. Andere hiervoor besproken studies die wel met een controlegroep werkten die een conventioneel programma volgde, konden een gelijkaardige en significante verbetering in kracht terugvinden tussen de vibratiegroep en de groep die een conventionele training volgde. Ronnestad (2004) werkte in zijn studie, in tegenstelling tot enkele van de hierboven besproken studies, met subjecten die reeds een krachttrainingsprogramma volgden. Aangezien neurale aanpassingen overheersen in de eerste fase van krachttraining zouden deze in dit onderzoek veel minder uitgesproken moeten geweest zijn. Toch kunnen deze niet volledig uitgesloten worden door het specificiteitsprincipe. Neurale en musculaire aanpassingen zijn immers specifiek voor de uitgevoerde oefeningen. Er werkten 14 mannen aan deze studie mee die aan krachttraining deden op recreatief niveau. Deze werden willekeurig toegewezen aan een vibratiegroep of aan

een controlegroep. Beide groepen volgden een vijf weken durend trainingsprogramma, dat bestond uit squats (Smith Machine<sup>®</sup>) uitgevoerd op een vibratieplatform (NEMES<sup>®</sup>). De vibratiegroep trainde aan een frequentie van 40 Hz terwijl het vibratieplatform bij de controlegroep niet vibreerde. De pre- en posttests bestonden uit het bepalen van 1RM bij de squat en de maximale spronghoogte bij de verticale hoogtesprong. Hieruit bleek dat de verticale hoogtesprong enkel significant verbeterde bij de vibratiegroep. Er was echter geen significant verschil terug te vinden in relatieve toename van spronghoogte tussen de groepen. Beide groepen vertoonden een significante toename in 1RM bij de squat na de interventie. Ondanks het feit dat er een trend kon vastgesteld worden tot een grotere relatieve krachttoename in de vibratiegroep was deze niet significant. Dit zou kunnen te wijten zijn aan de kleine proefgroep (7 personen in de controlegroep en 7 in de experimentele groep). Uit deze resultaten kan besloten worden dat het uitvoeren van squats op een vibratieplatform een tendens vertoont tot verbetering in maximale en explosief vermogen in vergelijking met het uitvoeren van squats zonder vibratie. De onderliggende mechanismen die dit kunnen verklaren zijn niet volledig gekend maar zouden kunnen te maken hebben met neurale aanpassingen, de tonische vibratiereflex of een betere hormonale regulatie die hypertrofie in de hand zou kunnen werken.

In alle hierboven besproken onderzoeken veronderstelt men dat de eerste aanpassingen van de skeletspier tijdens krachttraining vooral neuraal zijn. Dit kan aangetoond worden door een bijna onmiddellijke krachtwinst bij het begin van een trainingsprogramma en de afwezigheid van meetbare hypertrofie. Het exact onderliggend mechanisme waardoor krachttraining de neuromusculaire activatie kan verbeteren is niet gekend. Er zijn verschillende mogelijke verklaringen voor deze aanpassingen, zoals toename in de synchronisatie van de motorische eenheden, co-contractie van de agonisten, toegenomen inhibitie van de antagonist, een toegenomen gevoeligheid van de strekreflex en een toegenomen secretie van anabole hormonen. Waarschijnlijk zou vibratietraining eenzelfde biologische aanpassing uitlokken die nauw verbonden is met dit neurale potentiatie effect. (Delecluse et al., 2003; Roelandts et al., 2004a; 2004b).

## **1.2. Stabiliteit**

In de studies van Torvinen et al. (2002; 2003) werd ook onderzoek verricht naar lichaamsevenwicht. Om het statische lichaamsevenwicht te bepalen werd gebruik gemaakt van een platform dat de postural sway meet (Biodex Stability System<sup>®</sup>). Het dynamische lichaamsevenwicht of de wendbaarheid werd onderzocht door een shuttle run test. Zowel na 2, 4 als 8 maanden werden geen significante veranderingen waargenomen.

Hoewel vibratietraining blijkbaar geen effect heeft op het lichaamsevenwicht zelf, kan het wel voordelen hebben bij valpreventie voor oudere personen. Dit zou dan eerder te maken hebben met een toename in spiervermogen en kracht.

## **1.3. Osteoporose**

Osteoporose en fracturen ten gevolge van osteoporose vormen een toenemend gezondheidsprobleem in onze samenleving. Om dit probleem tegen te gaan werden reeds verschillende preventie- en behandelingsstrategieën ontwikkeld. Deze werden vooral gebaseerd op medicatie die de afbraak van het bot tegengaan. De meer recente behandelingen steunen op het potentiële effect van gewichtsdragende oefeningen. Er wordt eveneens meer aandacht besteed aan de mogelijke effecten van vibratietraining op osteoporose en zijn gevolgen. Met de wet van Wolf (Rubin et al., 2003) die kan samengevat worden als “form follows function” kunnen de voordelen van training verklaard worden. Ook het feit dat het botweefsel gevoelig is aan mechanische stimuli sluit bij deze wet aan. Recente bevindingen wijzen op het osteogeen effect van mechanische stimulatie met een lage amplitude en hoge frequentie.

De studie van Rubin et al. (2003) waaraan 5 vrouwen en 1 man (tussen 23 en 33 jaar) deelnamen, bewees dat mechanische signalen bij vibratietraining met een frequentie van 15-35 Hz en een lage amplitude effectief kunnen overgebracht worden naar de heup en de wervelkolom. Aan de proefpersonen werd gevraagd om in drie verschillende posities op het platform te staan (rechtop staan met aaneengesloten voeten, ontspannen staan met gestrekte knieën en met knieën gebogen in een hoek van 20°). De mate van overdracht is afhankelijk van de lichaamsstand en de frequentie. Wanneer de proefpersonen zich in een rechtopstaande positie bevonden, was de overdracht van de trillingen op het heupgewricht 100% bij een

frequentie lager dan 20Hz. Trillingen aan frequenties beneden 20Hz zorgen echter wel voor resonantie. Bij frequenties hoger dan 25Hz daalde de overdracht tot 80% op het heupgewricht en de wervelkolom. In een ontspannen positie en een positie met een knieflexie van 20°, daalde de overdracht tot respectievelijk 60% en 30%. Aangezien de mechanische signalen tot botvorming kunnen leiden en ze naar de gebieden die een groot risico voor osteoporose vormen, kunnen overgebracht worden, vormt vibratietraining een belangrijke stap in de ontwikkeling van een non-invasieve, non-pharmacologische interventie inzake osteoporose.

Met het reeds besproken onderzoek wilden Torvinen et al. (2003) hun bijdrage leveren in het onderzoek naar de effecten van vibratietraining op het bot. Men onderzocht de potentiële veranderingen in massa, structuur en sterkte van het bot. De interventie had op geen enkel van de 3 parameters een significant effect. Dit kan verklaard worden door de jonge leeftijd van de deelnemers, die ervoor zorgde dat ze in een goede conditie verkeerden. Ook de kwaliteit van het bot is op jonge leeftijd optimaal om daarna af te nemen naarmate de leeftijd stijgt. Zowel de trainingsstimulus als de duur van het programma waren waarschijnlijk onvoldoende om positieve effecten uit te kunnen lokken. Indien dezelfde deelnemers ouder zouden zijn en hun bot zwakker, zou dit wel tot verbeteringen kunnen leiden.

In de studie van Verschueren et al. (2004) werden ditmaal de effecten van vibratietraining op het bot nagegaan bij postmenopauzale vrouwen. In tegenstelling tot de vorige studie werd in dit onderzoek na 6 maand vibratietraining wel een significante verbetering gevonden in de botdensiteit van de heup. Er werkten 70 vrijwilligers mee aan dit onderzoek. Deze werden in 3 groepen opgedeeld, namelijk een vibratiegroep, een krachttrainingsgroep en een controlegroep. Zowel de vibratie- als de krachttrainingsgroep trainde 3 keer per week gedurende 24 weken. De vibratiegroep voerde statische en dynamische knie-extensieoefeningen (squat, diepe squat, squat met benen wijd gespreid, squat op één been en lunge) uit op de Powerplate<sup>®</sup>. Het trainingsvolume en de -intensiteit namen toe over de 6 maanden door de duur per sessie, het aantal reeksen per oefening en de verschillende oefeningen op te drijven, de amplitude (1,7-2,5 mm) en de frequentie (35-40Hz) progressief te doen toenemen en de rustperiodes te verminderen. De duur van een vibratiesessie bedroeg maximaal 30 minuten inclusief opwarming en cooling-down. Als parameters voor het bot werden de botdensiteit, de botaanmaak en -resorptie onderzocht. De botaanmaak werd met een DXA-scan gemeten door gebruik te maken van de QDR 4500A (Hologic, Waltham, MA, USA) bij de start van het onderzoek en na 6 maanden. Als markers

voor botaanmaak en -resorptie werden respectievelijk serum osteocalcine en C-telopeptide concentraties bepaald bij het begin en na 6 maanden. Aanvankelijk werden geen verschillen vastgesteld in de 3 groepen. Hoewel de totale lichaamsbotdensiteit en de botdensiteit van de lumbale wervelkolom geen significante verschillen vertoonden in één van de opgelegde condities, kon er wel een significante stijging van de heupdensiteit vastgesteld worden. Dit fenomeen was enkel terug te vinden in de WBV-groep, die in vergelijking met de krachttrainingsgroep een nettowinst vertoonde van 1,51%. Uit het onderzoek blijkt dat de winst in botdensiteit niet het gevolg is van een reductie in botresorptie, maar van een stijging in de botaanmaak door de impact van vibratie op het bot.

De onderzoekers nemen aan dat de tegenstrijdige resultaten tussen de studie van Torvinen et al. (2003) en de besproken onderzoeken, kunnen verklaard worden door het verschil in duur. In dit onderzoek trainde men 20 minuten in tegenstelling tot de 4 minuten bij Torvinen et al. (2003).

#### **1.4. Lage rugpijn**

Chronische lage rugpijn vormt naast osteoporose een belangrijk gezondheidsprobleem in de Westerse samenleving. Bij chronische lage rugpijn zijn zowel de spieren, het bindweefsel als de neurale systemen betrokken. Hoewel vibratie gewoonlijk als schadelijk bestempeld wordt, gebruikt men nu ook vibratie als therapie. Aan dit onderzoek werkten 60 personen met chronische lage rugpijn mee (Rittweger et al., 2002). De vrijwilligers volgden een 3 maand durend programma. Dit bestond ofwel uit isodynamische rugextensie-oefeningen (controlegroep) of uit vibratietraining (experimentele groep) op de Galileo 2000<sup>®</sup>. De amplitude bij de vibratieoefeningen bedroeg 6 mm en de frequentie 18 Hz. Tijdens de eerste 6 weken werden 2 trainingssessies per week voorzien. De laatste 6 weken werd er slechts 1 training voorzien. De duur van de vibratiesessies werd over de 12 weken opgedreven van 4 minuten naar 7 minuten. Dit onderzoek vormt nogmaals het bewijs dat vibratietraining een eerder positieve dan schadelijke invloed heeft op chronische lage rugpijn. De gewaarwording van pijn, de pijngerelateerde beperkingen en de bewegingsmogelijkheid vertoonden immers in beide groepen een gelijkaardige verbetering (Tabel 1).

Tabel 1: Resultaten van de chronische studie van Rittweger et al. (2002) voor de experimentele en controlegroep.

	Controlegroep		Experimentele groep	
	Pre	Post	Pre	Post
<b>Pijngelateerde beperkingen (0-70)</b>	20,3 ± 9,9	10,5 ± 12,8	20,7 ± 14,3	11,6 ± 11,1
<b>Gewaarwording van pijn (0-10)</b>	4,5 ± 2,2	1,2 ± 1,8	4,2 ± 1,9	1,4 ± 1,8
<b>Bewegingsmogelijkheid (Nm/kg)</b>	181 ± 73,8	59,2 ± 10,2	160 ± 52,5	30,1 ± 5,7

## 2. CONCLUSIE EN HYPOTHESE

Hoewel de resultaten van voorgaande onderzoeken niet volledig overeenstemmen, kon men wel met zekerheid vaststellen dat chronische vibratietraining impact heeft op het lichaam. De effecten die vibratietraining met zich meebrengt beperken zich niet tot het neuromusculaire systeem. Ook het hormonale en cardiovasculaire systeem zijn niet ongevoelig aan de vibraties die opgewekt worden door een trilplatform. Om nog meer inzicht te krijgen in de effecten die vibratietraining met zich meebrengt, worden in het eigen onderzoek volgende hypothese vooropgesteld:

Een 10 weken durend vibratieprogramma genereert significante winsten op verschillende krachtparameters (maximale en explosieve kracht).

## **DEEL II: ONDERZOEK**

### 1. METHODEN

#### 1.1. Proefgroep

Aan dit onderzoek werkten 41 studenten (23 mannen en 18 vrouwen) 1<sup>ste</sup> Bachelor Lichamelijke Opvoeding en Bewegingswetenschappen mee op vrijwillige basis. In dit studiejaar doet men in het curriculum gemiddeld 10 uur per week aan sport. De proefpersonen mochten buiten hun opleiding niet aan bijkomende krachttraining doen. De personen die reeds aan krachttraining deden, werden uitgesloten. Aan de hand van een infosessie werden de subjecten geïnformeerd en werd hen gevraagd om mee te werken aan een onderzoek over vibratietraining. Tijdens deze infosessie werden het trainings- en het testprotocol duidelijk gemaakt. Alle proefpersonen ondertekenden een informed consent. De subjecten werden verdeeld in een controlegroep (CO, n=11) en een experimentele groep (WBV, n=30). Dit gebeurde ad random. De WBV-groep werd nogmaals onderverdeeld in twee subgroepen, die echter voor deze studie niet verder besproken worden.

In de onderstaande Tabel 2 kunnen verdere gegevens teruggevonden worden over de gemiddelde leeftijd, het gemiddeld gewicht en de gemiddelde lichaamslengte van zowel de totale groep als de WBV- en controlegroep afzonderlijk.

Tabel 2: Gemiddelden  $\pm$  standaard deviaties van leeftijd, lichaamslengte en gewicht van de totale groep, de experimentele (WBV) en de controlegroep (CO).

	<b>Totale groep (n=41)</b>	<b>CO (n=11)</b>	<b>WBV (n=30)</b>
<b>Leeftijd (jaar)</b>	18,1 $\pm$ 0,3	18,0 $\pm$ 0,0	18,1 $\pm$ 0,4
<b>Gewicht (kg)</b>	66,1 $\pm$ 9,1	67,8 $\pm$ 9,6	65,5 $\pm$ 8,9
<b>Lichaamslengte (cm)</b>	173,0 $\pm$ 7,8	172,1 $\pm$ 4,7	173,3 $\pm$ 8,7

#### 1.2. Procedure

Dit experiment bestond uit een controlegroep die geen behandeling opgelegd kreeg en een WBV-groep die trainde op een vibratieplatform (BodyCoach®). De controlegroep voerde enkel de pre- en posttests uit. Het trainingsprogramma (Tabel 3) van de WBV-groep bestond

uit 30 trainingssessies in een periode van 10 weken. De trainingsfrequentie bedroeg 3 maal per week, waarbij de sessies zoveel mogelijk gespreid werden. Voor het begin van elke sessie werd 8 minuten opgewarmd: 4 minuten op een fietsergometer aan 50 Watt en 4 minuten op een armergometer aan 25 Watt. De WBV-groep voerde een dynamische training van zowel de arm- als beenspieren uit op een vibratieplatform. De training van de armen bestond uit pompen op de trilplaat waarbij men op de knieën steunde. De armen werden steeds tot een hoek van 90° gebogen en daarna niet volledig uitgestrekt om ongemak te voorkomen. Tijdens het trainen van de benen voerde men squats uit op het vibratieplatform, waarbij de knieën werden gebogen tot een hoek van 120° en daarna niet volledig uitgestrekt werden. Gedurende de interventie werd de intensiteit geleidelijk aan verhoogd door de duur (30-60s) en de trilfrequentie (30-45Hz) op te drijven. Zowel voor de arm- als de beenoefeningen werden vier reeksen uitgevoerd.

De pretests werden één week voor de aanvang van de interventie afgenomen. De posttests werden in de week na de laatste trainingssessie afgenomen.

Tabel 3: Trainingsprotocol op het vibratieplatform gedurende de chronische interventie.

	<b>Reeksen armen en benen</b>	<b>Amplitude (mm)</b>	<b>Duur reeks (s)</b>	<b>Frequentie (Hz)</b>	<b>Rust (s)</b>
<b>Week 1</b>	4	4	30	30	30
<b>Week 2</b>	4	4	30	35	30
<b>Week 3</b>	4	4	30	35	30
<b>Week 4</b>	4	4	30	35	30
<b>Week 5</b>	4	4	45	35	30
<b>Week 6</b>	4	4	45	40	30
<b>Week 7</b>	4	4	45	40	30
<b>Week 8</b>	4	4	45	40	30
<b>Week 9</b>	4	4	60	50	30
<b>Week 10</b>	4	4	60	50	30

### 1.3. Instrumenten

De vibratietraining maakte gebruik van de BodyCoach® (Figuur 1). De mogelijkheden om te variëren in intensiteit bij dit toestel zijn: de amplitude (2 en 4 mm), de frequentie (30, 35, 40 en 50Hz) en de duur (30, 45 en 60s).



Figuur 1: BodyCoach®

De pre- en posttests gebeurden gedeeltelijk in een fitnesscentrum en gedeeltelijk op de campus van de vakgroep Bewegings- en Sportwetenschappen zelf. In dit onderzoek werden de onderstaande fitnessoefeningen gebruikt om maximale kracht te meten (Tabel 4)

Tabel 4: Gebruikte fitnessoefeningen in functie van krachtmeting tijdens de pre- en posttests

<u>Oefeningen</u>	<u>Gebruikte spieren</u>
Leg Press	M. Quadriceps Femoris, Mm. Glutei
Leg extension	M. Quadriceps Femoris
Hamstring Curl	M. Semitendinosus, M. Semimembranosus en M. Biceps Femoris
Biceps Curl	M. Biceps Brachii
Triceps Press	M. Triceps Brachii
Chest Press	M. Triceps Brachii, M. Pectoralis Major en Minor

De maximale kracht werd bepaald aan de hand van 6 maximale herhalingen (6 RM). Het fitnesscentrum maakt gebruik van toestellen van het merk Technogym®. Zowel tijdens pre- als posttests werd er eerst opgewarmd met een lichtere belasting, waarna 6 RM werd bepaald. Het gewicht werd verhoogd op basis van de vlotheid van de beweging en aan de hand van de gewaarwording van de proefpersonen. Tussen elke poging werd voldoende rust voorzien, zodat de proefpersonen maximaal konden blijven presteren. Het gewicht kon minimaal met 2,5 kg worden verhoogd.

Volgende tests werden uitgevoerd om de explosieve kracht te evalueren:

- Vertical Jump: De spronghoogte werd gemeten door het verschil te bepalen tussen de hoogte van de sprong in een volledig uitgestrekte positie en dezelfde houding met de voeten op de grond (Council of Europe, 1988).
- Worpen met een medicinebal van 2 kg vanuit zit op een stoel (cm):
  - 1) Bovenhandse worp (voetbalinworp)
  - 2) Horizontale borstpas

Om gebruik van de rompspieren te vermijden diende de rug tegen de leuning van de stoel te worden gehouden bij de twee worpen. Tevens werden de knieën in een hoek van 90° flexie gehouden met de voeten plat op de grond, dit om het meewerken van de beenspieren te vermijden.

De test-hertest betrouwbaarheid van de werptests werd reeds in een vorige studie onderzocht (De Smet en Kenis, 2004). De Intraclass Correlatie Coëfficiënt (ICC) voor de inworp boven het hoofd en voor de borst bedroegen beiden 0,93.

Deze tests gingen door op de eigen campus van de vakgroep Bewegings- en Sportwetenschappen. Tijdens alle tests kregen de proefpersonen voorafgaandelijk een proefpoging. Bij elke test voerde men 2 pogingen uit, waarvan de beste werd opgenomen in het onderzoek.

Tevens werden twee lenigheidstests uitgevoerd:

- De sit-and-reachtest (SAR) werd gebruikt om de lenigheid van de lage rugspieren en de hamstrings te meten (cm) (Council of Europe, 1988).
- Om de lenigheid van de schouders te meten werd een stok met gestrekte armen over het hoofd gebracht van voor de romp tot achter de rug. De armen werden zo dicht mogelijk naar elkaar toegebracht zonder dat er een buiging in de armen optrad. De afstand tussen de twee armen werd genoteerd als resultaat (cm) (Bovend'eerdt et al. 1980).

Als laatste werden er 4 omtrekmaten gemeten die uitgedrukt werden in centimeter. Deze omtrekmaten werden genomen volgens beschreven richtlijnen (Lohman et al., 1988).

- de omtrek van de biceps ontspannen (BiGs)
- de omtrek van de biceps in contractie (BiGb)
- de mediale omtrek van de dij (Dij OM)
- de proximale omtrek van de dij (Dij OP)

#### **1.4. Data analyse**

De data analyse gebeurde met het SPSS (versie 12.0) programma. De beschrijvende statistieken werden berekend (gemiddelden en standaard deviaties). Er werd nagegaan of er initiële verschillen aanwezig waren tussen de WBV-en de controlegroep bij de aanvang van het onderzoek aan de hand van een Independent-Samples T-test. Om het tijdseffect en het eventuele interactie-effect (tijd x groep) na te gaan werd gebruik gemaakt van de within-subjects factor van de Repeated Measures ANOVA (herhaalde metingen design). Om de resultaten te interpreteren werd het minimale significantieniveau  $p < 0,05$  gehanteerd.

## **2. RESULTATEN**

### **2.1. Drop out**

Het trainingsprogramma bestond uit 30 sessies, het gemiddelde aantal sessies lag echter op 28, te wijten aan ziekte of blessure. Hoewel de WBV-groep uit 30 proefpersonen bestaat werd initieel gestart met 35 personen. Deze drop out kan bij twee personen verklaard worden door tijdsgebrek, één persoon veranderde van studierichting en twee personen liepen een blessure op die los stond van de vibratietraining.

Hoewel geen enkele proefpersoon reeds eerder op een vibratieplatform had gestaan, paste men zich snel aan. Ondanks het feit dat de vibratietraining als vermoeiend werd ervaren, vond men ze toch aangenaam.

## **2.2. Neveneffecten**

Tijdens het vibratieprogramma ondervonden enkele personen neveneffecten. Deze neveneffecten waren rode vlekken en jeuk ter hoogte van de onderbenen en -armen. De gewaarwordingen ontstonden vooral na de eerste week wanneer de frequentie opgedreven werd tot 35 Hz. De jeuk en roodheid verdwenen terug na een tiental minuten.

## **2.3. Initiële groepsverschillen**

Na het uitvoeren van de Independent-Samples T-test bleek dat er voor slechts één variabele (Tabel 5) een significant verschil was tussen de WBV- en controlegroep bij de aanvang van het trainingsprogramma. Voor de interpretatie van de resultaten op deze test (Leg Extension) dient men hiermee rekening te houden.

## **2.4. Effecten van vibratietraining op de krachtontwikkeling**

De belangrijkste karakteristieken van de proefpersonen werden reeds eerder weergegeven in Tabel 2. De resultaten van dit onderzoek worden weergegeven in Tabel 5. Na de interventie bleek dat er een significant tijdseffect was voor 11 variabelen. Bij zes variabelen werd zowel een tijds- als groepseffect teruggevonden, dit wijst op een significante verbetering na het ondergaan van vibratietraining. Ook de biceps curl vertoonde met een p-waarde van 0,056 een trend tot significantie. Meer specifieke informatie wordt weergegeven in Tabel 5.

Zowel Tabel 5 als de Figuren 2 t.e.m. 7 geven weer welke significante interactie-effecten er werden teruggevonden.

Tabel 5: Resultaten van de Repeated Measures ANOVA en de Independent-Samples T-toets op pre-niveau voor de WBV- en controlegroep: gemiddelden  $\pm$  standaard deviaties ( $X \pm SD$ ).

	Pre			Post		Effecten		
	controle groep	WBV-groep	initiële verschillen	controle groep	WBV-groep	tijd	groep	tijd x groep
<b>Leg Press (kg) •</b>	187,3 $\pm$ 37,7	164,6 $\pm$ 34,2	n.s.	183,6 $\pm$ 36,1	176,8 $\pm$ 32,7	n.s.	n.s.	*
<b>Leg Extension (kg) •</b>	70,9 $\pm$ 17,0	59,0 $\pm$ 16,2	*	73,6 $\pm$ 14,3	70,5 $\pm$ 17,4	**	n.s.	**
<b>Hamstring Curl (kg) •</b>	34,6 $\pm$ 6,9	34,4 $\pm$ 9,1	n.s.	39,1 $\pm$ 8,3	40,8 $\pm$ 11,2	**	n.s.	n.s.
<b>Biceps Curl (kg) •</b>	22,3 $\pm$ 7,2	23,4 $\pm$ 7,9	n.s.	24,6 $\pm$ 6,9	28,0 $\pm$ 8,3	**	n.s.	0,056
<b>Triceps Press (kg) •</b>	56,4 $\pm$ 12,9	51,7 $\pm$ 13,9	n.s.	56,8 $\pm$ 10,6	60,2 $\pm$ 13,6	**	n.s.	**
<b>Chest Press (kg) •</b>	47,3 $\pm$ 14,0	43,7 $\pm$ 16,6	n.s.	48,6 $\pm$ 12,9	52,7 $\pm$ 14,4	**	n.s.	**
<b>Vertical Jump (cm)</b>	38,6 $\pm$ 7,6	34,2 $\pm$ 8,3	n.s.	38,0 $\pm$ 6,5	41,4 $\pm$ 8,2	**	n.s.	**
<b>Worp hoofd (cm)</b>	561,4 $\pm$ 66,9	555,7 $\pm$ 113,5	n.s.	585,5 $\pm$ 64,4	608,5 $\pm$ 106,0	**	n.s.	n.s.
<b>Stoten borst (cm)</b>	572,5 $\pm$ 91,6	546,2 $\pm$ 123,8	n.s.	589,6 $\pm$ 74,0	601,3 $\pm$ 113,8	**	n.s.	*
<b>Lenigh. schouder (cm)</b>	88,3 $\pm$ 16,7	79,5 $\pm$ 22,6	n.s.	88,5 $\pm$ 15,5	79,8 $\pm$ 21,9	**	n.s.	n.s.
<b>Sit-and-reach (cm)</b>	27,3 $\pm$ 10,3	27,9 $\pm$ 8,7	n.s.	29,4 $\pm$ 9,9	30,6 $\pm$ 7,5	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Omtrek biceps gestrekt en ontspannen (cm)</b>	27,1 $\pm$ 2,4	26,0 $\pm$ 2,0	n.s.	27,6 $\pm$ 2,5	27,0 $\pm$ 2,1	**	n.s.	n.s.
<b>Omtrek biceps gebogen (cm)</b>	30,6 $\pm$ 2,6	29,7 $\pm$ 2,8	n.s.	31,1 $\pm$ 3,1	30,7 $\pm$ 2,7	**	n.s.	n.s.
<b>Omtrek dij proximaal (cm)</b>	53,6 $\pm$ 4,4	52,5 $\pm$ 3,5	n.s.	53,2 $\pm$ 4,2	52,4 $\pm$ 3,2	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Omtrek dij mediaal (cm)</b>	57,9 $\pm$ 4,9	57,8 $\pm$ 4,3	n.s.	57,9 $\pm$ 5,3	56,9 $\pm$ 4,2	n.s.	n.s.	n.s.

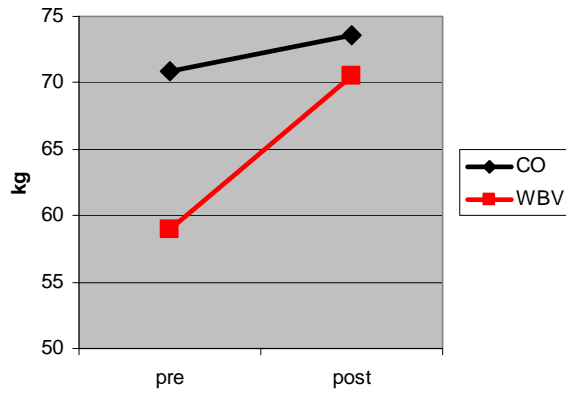
\*  $p < 0.05$

\*\*  $p < 0.01$

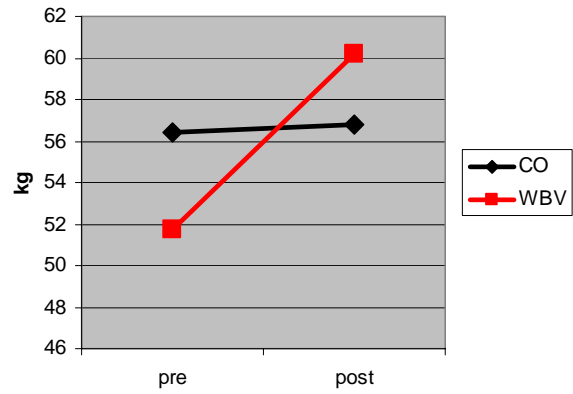
• Maxima in kg bij 6 RM

Zowel de leg extension, triceps press, chest press en vertical jump vertoonden significante interactie-effecten ( $p < 0,01$ ).

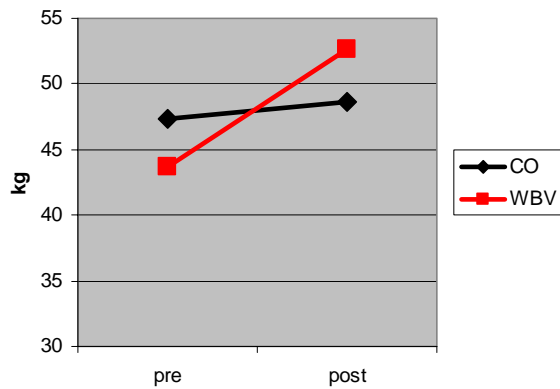
Figuur 2: Significant interactie-effect voor de leg extension ( $p < 0,01$ )



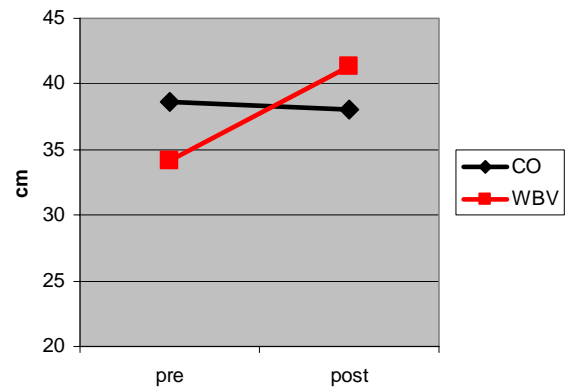
Figuur 3: Significant interactie-effect voor de triceps press ( $p < 0,01$ )



Figuur 4: Significant interactie-effect voor de chest press ( $p < 0,01$ )

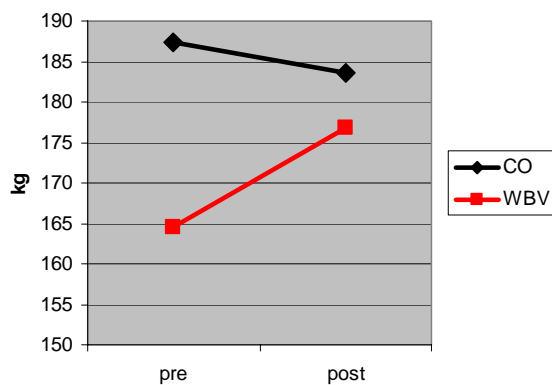


Figuur 5: Significant interactie-effect voor de vertical jump ( $p < 0,01$ )

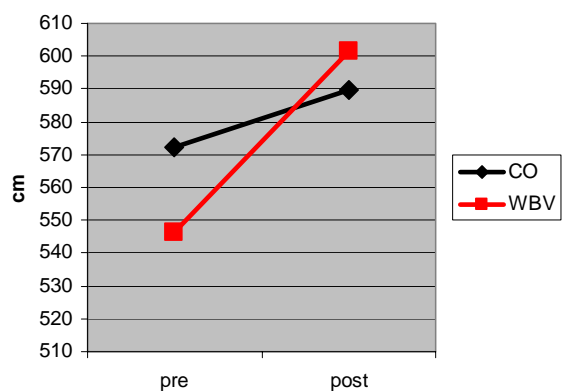


De leg press en de borstpass met de medicinebal vertoonden eveneens een significante verbetering na vibratietraining ( $p < 0,05$ ).

Figuur 6: Significant interactie-effect voor de leg press ( $p < 0,05$ )



Figuur 7: Significant interactie-effect voor de borstpass met de medicinebal ( $p < 0,05$ )



Tabel 6 geeft de procentuele veranderingen tussen pre- en posttests van de controlegroep en experimentele groep weer. Het valt duidelijk waar te nemen dat de WBV-groep procentueel veel sterker vooruitging dan de controlegroep. Ook de controlegroep vertoonde echter meestal een lichte stijging.

Tabel 6: Procentuele veranderingen tussen pre- en posttests van de controle- en WBV-groep

	<b>Controlegroep</b>	<b>WBV-groep</b>
<b>Leg Press (kg)</b>	-1,2 % ± 12,2	8,6 % ± 11,7
<b>Leg Extension (kg)</b>	5,5 % ± 10,7	21,9 % ± 19,0
<b>Hamstring Curl (kg)</b>	13,6 % ± 19,1	19,6 % ± 16,5
<b>Biceps Curl (kg)</b>	13,2 % ± 17,3	22,9 % ± 18,5
<b>Triceps Press (kg)</b>	2,0 % ± 8,2	18,7 % ± 15,3
<b>Chest Press (kg)</b>	5,4 % ± 15,4	27,0 % ± 23,9
<b>VTJ (cm)</b>	-0,7 % ± 10,8	23,8 % ± 20,4
<b>Worp hoofd (cm)</b>	4,6 % ± 7,5	10,8 % ± 12,2
<b>Stoten borst (cm)</b>	3,8 % ± 8,6	11,3 % ± 10,3
<b>Lenigh. schouder (cm)</b>	0,7 % ± 6,0	2,1 % ± 14,8
<b>Sit-and-reach (cm)</b>	10,9 % ± 27,1	13,8 % ± 18,0
<b>Omtrek biceps gestrekt (cm)</b>	2,1 % ± 3,5	3,7 % ± 3,3
<b>Omtrek biceps gebogen (cm)</b>	1,4 % ± 1,8	3,6 % ± 4,3
<b>Omtrek dij proximaal (cm)</b>	5,1 % ± 3,1	-1,4 % ± 3,2
<b>Omtrek dij mediaal (cm)</b>	-0,7 % ± 4,6	-1,7 % ± 3,8

### 3. DISCUSSIE

Deze studie toonde aan dat chronische vibratietraining krachtwinst uitlokt, meer bepaald een winst in maximale kracht tijdens knie-extensie, -flexie en explosieve kracht. Na 10 weken vibratietraining werd een significante krachttoename waargenomen bij 6 verschillende krachttests. De leg extension, de triceps press, de chest press en de verticale hoogtesprong vertoonden een significante ( $p < 0,01$ ) verbetering van respectievelijk 21,9%, 18,7%, 27,0% en 23,8 %. Daarnaast vertoonden ook de leg press en de borstpas met de medicinebal een significante ( $p < 0,05$ ) verbetering van respectievelijk 8,6% en 11,3%.

De resultaten van deze studie zijn vergelijkbaar met andere resultaten uit de literatuur ondanks de discrepantie in proefgroep, geteste spiergroepen en methodologie. Toch kunnen we enkele vroegere bevindingen aanhalen. Torvinen et al. (2002 en 2003) vonden een stijging in spronghoogte bij jongvolwassenen. Ook voor de netto isometrische extensiekracht werd na

2 maanden een verbetering waargenomen. Na 8 maanden vond men geen significante verandering in isometrische extensiekracht van de onderste ledematen, maar wel een significante winst op de verticale hoogtesprong. Het onderzoeksdesign van deze laatste vermelde studie is vergelijkbaar met die van de eigen studie. Ook in onderzoeken van Delecluse et al. (2003) en Roelandts et al. (2004a) werden bij jonge ongetrainde vrouwen, respectievelijk een stijging in isometrische en dynamische knie-extensiekracht en verticale spronghoogte na 12 weken en een stijging in isometrische knie-extensiekracht en isokinetische kracht na 24 weken teruggevonden. Een recentere studie van Roelandts et al. (2004b) met hetzelfde protocol, maar bij post-menopauzale vrouwen vond reeds na 12 weken een winst in zowel isometrische als dynamische knie-extensiekracht. Ook de prestatie op de verticale hoogtesprong verbeterde. Bij de studie van Ronnestad (2004) werd enkel in verticale spronghoogte een significante verbetering gevonden na 5 weken vibratietraining. Ook de 1 RM squat kende in deze studie een significante verbetering. In de eigen 10 weken durende studie werden gelijkaardige verbeteringen teruggevonden. Na het trainingsprogramma vertoonde de WBV-groep namelijk een significante stijging in verticale spronghoogte (23,8%), leg extension (21,9%) en de leg press (8,6%). De verschillen tussen deze studies in procentuele krachtwinst kunnen gedeeltelijk verklaard worden door het gebruik van een ander trainingsprogramma, een andere proefgroep en een verschil in trainingsduur.

Uit de eigen studie bleek dat vibratietraining een duidelijk positief effect heeft op maximale kracht en dit met relatief weinig tijdsinvestering. De trainingssessies namen immers slechts een 15-tal minuten in beslag, terwijl een conventioneel krachttrainingsprogramma meestal langer duurt.

Vibratietraining heeft bovendien een duidelijk effect op twee veldtests. Zowel de verticale hoogtesprong als de borstpas met een medicinebal vertoonden een significante verbetering na 10 weken. Men zou kunnen veronderstellen dat een toename in maximale kracht in grote mate bijdraagt tot een verbetering in explosieve kracht door transfer. Maar aangezien bij deze tests ook coördinatie een belangrijke rol speelt, impliceert een toename in kracht niet automatisch een betere sportprestatie.

Bij krachttraining worden de spieren dikker en korter, waardoor ook het bindweefsel wordt verkort. Hierdoor vermindert de gewrichtsbewegelijkheid. De verkorting van de spier zal bovendien ook de tonus verhogen, zodat de spieren minder soepel worden (Vrijens et al.,

2001). Uit deze stelling zou men kunnen concluderen dat na een 10 weken durend vibratieprogramma de lenigheid zou afnemen. In onze studie kon men dit fenomeen niet vaststellen. De verkorting van de spieren die een vermindering in lenigheid veroorzaakt, kan voorkomen worden door de spieren regelmatig te rekken. De subjecten in deze studie volgden een opleiding waarin dit voldoende aan bod komt.

Er werden vier omtrekmaten gemeten om na te gaan in welke mate er hypertrofie optreedt na het 10 weken durend vibratieprogramma. Delecluse et al. (2003) verwachtten na 12 weken een zekere mate van hypertrofie maar dit kon niet met zekerheid vastgesteld worden door het gebrek aan de nodige metingen. Uit de resultaten van deze studie bleek dat er na 10 weken geen hypertrofie optrad. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat 10 weken te kort zou zijn om hypertrofie uit te lokken. Bovendien kan mogelijke hypertrofie gemaskeerd worden door een afname van onderhuids vetweefsel. Gezien hier geen specifieke tests voor werden afgenomen, is mogelijke hypertrofie speculatief.

Een nadeel van deze studie is het ontbreken van een placebogroep waardoor het onmogelijk is een vergelijking te maken tussen effecten van een conventioneel krachttrainingsprogramma en deze na vibratietraining. Er wordt namelijk gesuggereerd dat vibratietraining gelijkaardige verbeteringen vertoont als conventionele krachttraining (Bosco et al., 1999). De verbeteringen na vibratietraining kunnen verklaard worden door de weerstand die men ondervindt door de trillingen. Deze weerstand verandert de zwaartekracht die op zijn beurt het neuromusculair systeem beïnvloedt. Een stijging in de zwaartekracht (hyperzwaartekracht) veroorzaakt een toename in de cross-sectionele doorsnede van een spiervezel en zijn krachtontwikkelingscapaciteit (Cardinale & Bosco, 2003 ). Hoewel het exact onderliggende mechanisme van vibratietraining nog niet volledig gekend is, kan men aan de hand van deze gegevens vrijwel zeker stellen dat de toegepaste vibratietraining een neurale adaptatie veroorzaakt, die te vergelijken is met conventionele krachttraining. Een aantal mogelijke verklaringen voor de toename van neuromusculaire activatie na krachttraining zijn de volgende: hogere synchronisatie van de motorische eenheden, co-contractie van de agonisten, een betere inhibitie van de antagonist, een toegenomen gevoeligheid van de strekreflex en een toegenomen secretie van anabole hormonen. Ook de krachttoename na vibratietraining zou via deze mechanismen uitgelokt worden (Torvinen et al., 2002). Hoewel de onderliggende mechanismen van neuromusculaire activatie niet volledig gekend zijn, zijn de effecten ervan wel gekend. Bij neuromusculaire activatie kan

men twee fasen onderscheiden. Na de eerste maanden van training treedt een neurale fase op. Deze eerste fase wordt gekenmerkt door een activatie van een groter deel van de spier en een betere coördinatie binnen de spier. Dat zou leiden tot een vermoeidheid van de motorische eenheden. Deze vermoeidheid zorgt op zijn beurt voor krachtwinst door het overload-principe (Sale, 1987). De resultaten van het eigen onderzoek zijn waarschijnlijk te wijten aan dit mechanisme, maar dit kan niet met zekerheid vastgesteld worden aangezien er geen EMG-metingen werden afgenomen. De tweede fase bestaat uit een musculaire aanpassing en treedt pas later op. Het optreden van deze fasen is afhankelijk van het aangewende trainingsprogramma (Torvinen et al., 2002).

Wanneer de eigen resultaten vergeleken worden met deze uit andere studies (Torvinen et al., 2002 en 2003, Delecluse et al., 2003, Roelandts et al., 2004 a en b, Ronnestad, 2004) kan besloten worden dat hier een grotere procentuele krachtwinst bekomen wordt na vibratietraining. De vooruitgang van de controlegroep in verschillende variabelen, kan deels te wijten zijn aan de proefgroep. Onze proefgroep bestond namelijk uit studenten 1<sup>ste</sup> Bachelor Lichamelijke Opvoeding en Bewegingswetenschappen. Het experiment liep in het academiejaar en in deze periode worden de studenten plots blootgesteld aan een hoog aantal uur sport (10 uur). Ondanks deze kleine vooruitgang mag niet uit het oog verloren worden dat de WBV-groep een meer uitgesproken vooruitgang boekte. Dit toont aan dat ook bij een sportieve populatie vibratietraining een meerwaarde biedt

De standaard deviaties zijn voor bijna alle resultaten erg groot wegens de grote fysieke diversiteit in de proefgroep. Ondanks de diversiteit zagen we geen initiële verschillen in de pretests tussen de experimentele en de controlegroep.

Tijdens de vibratietraining vertoonden enkele proefpersonen neveneffecten. Deze neveneffecten bestonden uit jeuk en een rode verkleuring ter hoogte van de onderarmen en -benen. Deze gewaarwordingen ontstonden vooral na de eerste week wanneer de frequentie opgedreven werd tot 35Hz. De jeuk en roodheid verdwenen na een tiental minuten. Ook in andere studies werden deze neveneffecten gerapporteerd (Rittweger et al., 2000). Door de vasodilatatie van de capillairen in deze spieren wordt de passage van meerdere moleculen vergemakkelijkt waardoor de bloedstroom toeneemt. Hierdoor neemt de blush-score van de kuit- en dijspier toe. Deze verhoogde bloedstroom zou een oorzaak kunnen zijn van de vastgestelde jeuk en rode verkleuring van de huid bij de proefpersonen.

De gebruikte fitnessstoestellen lieten niet toe optimale krachtmetingen af te nemen. Voor het kwantificeren van de maximale kracht werd namelijk 6 RM bepaald. Hoewel 1 RM de maximale kracht op een meer accurate manier weergeeft, zijn er twee redenen waarom wij gebruik hebben gemaakt van 6 RM. Ten eerste lieten de fitnessstoestellen het niet toe om 1 RM te bepalen, dit aangezien de hoeveelheid gewichten dit niet toeliet. Ten tweede kon de bepaling van 1 RM een te hoge belasting vormen, waardoor overbelasting zou kunnen ontstaan. Voor veiligheidsoverwegingen werd besloten om te werken met 6 RM.

In dit onderzoek werden zoals reeds eerder vermeld geen EMG-metingen afgenomen. Een EMG-meting geeft de elektrische activiteit weer in de spieren tijdens bepaalde oefeningen en zou in dit experiment kunnen gebruikt worden om de impact van vibratietraining op de spieractiviteit te bekijken (Delecluse et al., 2003). Door het meten van de elektrische activiteit in de spieren kan men een idee krijgen van neuromusculaire activiteit. Maar in verschillende studies is via EMG-meting eerder bewezen dat er eerst neurale aanpassingen optreden, pas in een latere fase treden musculaire aanpassingen op (Torvinen et al., 2002). We kunnen dan ook veronderstellen dat de gevonden krachtwinst ook gedeeltelijk verklaard kan worden door neurale aanpassingen.

Uit vorige studies bleek dat de positieve effecten van vibratietraining reeds na 8 weken zichtbaar zijn (Torvinen et al., 2002). Ook uit een andere studie bleek dat de initiële aanpassingen snel optreden om daarna een eerder stabiel patroon te vertonen (Delecluse et al., 2003). Hierop werd de duur (10 weken) van dit experiment gebaseerd. Uit de resultaten bleek dat de duur, frequentie en amplitude een voldoende grote belasting vormden om significante effecten uit te lokken. Bij het opstellen van ons trainingsprogramma werd gebruik gemaakt van het principe van de verminderde meeropbrengst. Door de duur van de sessies, de frequentie en de amplitude systematisch en progressief over de 10 weken op te drijven werd getracht het trainingseffect te behouden (Vrijens et al., 2001). Nochtans zijn er tot op heden geen algemene richtlijnen voor het opstellen van een vibratieprogramma. Nochtans bevestigen de resultaten dat het gehanteerde programma efficiënt en haalbaar is voor jonge (sportieve) volwassenen.

Niettegenstaande de positieve resultaten in deze studie kunnen volgende suggesties bruikbaar zijn bij de opstart van verder onderzoek. De aanpassing van het onderzoeksdesign

door het gebruik van een placebogroep die een conventioneel krachttrainingsprogramma ondergaat zou een werkelijke meerwaarde van vibratietraining kunnen aangeven. Echter deze vraag was reeds onderwerp van vroegere studies. De duur van het trainingsprogramma zou eveneens kunnen aangepast worden. Een suggestie is het verlengen van het trainingsprogramma tot 12-15 weken. Het nagaan van EMG-metingen zou meer duidelijkheid kunnen scheppen over de elektrische activiteit in de spieren. Daarnaast zou ook met een andere proefgroep kunnen gewerkt worden. Ook hier hebben andere studies reeds aangegeven dat vibratietraining bij een niet-sportieve populatie wel degelijk effectief is.

Uit deze studie kan besloten worden dat vibratietraining gebruik makend van het merktoestel Body Coach<sup>®</sup> een duidelijk chronisch effect heeft, op explosieve en maximale kracht. De Body Coach<sup>®</sup> genereert krachtwinst die vergelijkbaar is met resultaten die elders in de literatuur beschreven staan. De effectiviteit bij jonge volwassen mensen werd aangetoond.

#### 4. REFERENTIELIJST

- Bosco C., Colli , Introine, Cardinale M., Tsarpela O., Madella, Tihanyi, Viru. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle te vibration exposure. *Clinical Physiology*, **19(2)**, 183-187.
- Bovend'eerdt J.H.F., Bernink M.J.E., Van Hyfte T., Ritmeester J.W., Kemper H.C.G., Versceuren R. (1980). *De Moper fitnessstest: onderzoeksverslag*, Haarlem, De Vrieseborch.
- Cardinale M., Bosco C., (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews*, **31**, 3-7.
- Council of Europe. (1988). *EUROFIT: European test of physical fitness*, Rome: Council of Europe, Committee for the development of sport.
- Delecluse C., Roelants M. Verschueren S. (2003). Strength increase after whole-body-vibration compared with resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **35(6)**, 1033-1041.
- De Smet J., Kenis K. (2004). *Effectiviteit van statische en dynamische vibratietraining op de krachtontwikkeling*. Gent: Universiteit Gent (Licentiaatscriptie Lichamelijke Opvoeding), 54 p.
- Lohman T., Roche A., Martorell. (1988). *Antropometric Standardization Reference Manual*, Champaign, Human Kinetics.
- Morganti C., Nelson M., Fiatarone M. (1995). Strength improvements with 1 yr of progressive resistance training in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **27**, 906-912.
- Rittweger J., Beller G., Felsenberg D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration in man. *Clinical Physiology*, **20(2)**, 134-142.
- Rittweger J., Just K.,Kautzsh K., Reeg P.,Felsenberg D. (2002). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole body vibration exercise. *Spine*, **27(17)**, 1829-1834.
- Roelants M., Delecluse C., Goris M., Verschueren S. (2004a). Effect of 24-weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International Journal of Sports Medicine*, **25**, 1-5.
- Roelants M., Delecluse C., Verschueren S. (2004b). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, **52(6)**, 901-1002.
- Romaiguere P., Vedel JP., Pagni S. (1993). Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles. *Brain Research*, **602**, 32-40.

- Rønnestad B.R. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, **18(4)**, 839-845.
- Rubin C., Pope M., Fritton C., Magnusson M., Hansson T., McLeod K. (2003). Transmissibility of 15-Hertz to 35-Hertz vibrations to the human hip and lumbar spine : determining the physiological feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fractures because of osteoporosis. *Spine*, **28(23)**, 2621-2627.
- Sale DG. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and Sport Science Reviews*, **15**, 95-151.
- Sale DG. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **20**, 135-145.
- Swash M., Fox K. (1972). The effect of age on human skeletal muscle: Studies of the morphology and innervation of muscle spindles. *Journal of Neurological Science*, **16**, 417-432.
- Torvinen S., Kannus P., Sievänen H., Järvinen T., Pasanen M., Kontulainen S., Järvinen T., Järvinen M., Oj P., Vuori I. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **34(9)**, 1523-1528.
- Torvinen S., Kannus P., Sievänen H., Ah Järvinen T., Pasanen M., Kontulainen S., Nenonen A., Ln Järvinen T., Paakkala T., Järvinen M., Vuori I. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle, performance and body balance : a randomized controlled study. *Journal of Bone and Mineral Research*, **18(5)**, 876-884.
- Verscheuren S., Roelandts M., Delecluse C., Swinnen S., Vanderscheuren D., Boonen S. (2004). Effect of 6-month whole vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, **19(3)**, 352-359.
- Vrijens J., Bourgois J., Lenoir M., *Basis voor verantwoord trainen*, 29-30, Gent, P.V.L.O. vzw.