

## DIE EFFEK VAN “OEFENING OP VERSKILLEND TYE VAN DIE DAG” OP DIE BLOEDGLUKOSEVLAKKE VAN TIPE 2 DIABETE

Paul J. OOSTHUIZEN & Karien GOUWS

Departement Biokinetika, Sport en Vrytydwetenskappe, Universiteit van Pretoria,  
Pretoria, Republiek van Suid-Afrika

### ABSTRACT

*“Moderate intense physical activity reduces the risk of Type 2 Diabetes Mellitus”  
(Lynch & Helmrich, 1996)*

*This paper reports on the effect of “the time of the day of exercise” on the blood glucose levels of Type 2 diabetic patients. Data were obtained from 30 Type 2 diabetics that exercised at the Centre for Diabetes and Endocrinology (Johannesburg, South Africa) under the supervision of Biokineticists (exercise scientists) for a 10 day period. The results of three groups who exercised (respectively) in the mornings, afternoons and evenings were compared. The group which exercised in the evening showed the best improvement in blood glucose levels. Their blood glucose level decreased with an average of 1.4 mmol/L over a 10 day period exercise program. Those exercising in the afternoon and morning had a decrease in blood glucose levels of 1.3 mmol/L and 0.6 mmol/L respectively. Looking at the changes that occurred during exercise, the morning group showed a decrease of 3.3 mmol/L in blood glucose level. Corresponding decreases of the afternoon and evening group were 1.9 and 1.5 mmol/L. Apart from supporting the theory of Lynch & Helmrich (1996), this study strongly shows that “the time of the day of exercise” do have an effect on the blood glucose levels of Type 2 diabetes! To conclude the study, recommendations for further research in this regard are made.*

**Key Words:** Blood glucose levels; Type 2 diabetes; Exercise; Insulin sensitivity; Obesity; Time.

### INLEIDING

Hierdie studie behels ’n ondersoek na die effek wat oefening op verskillende tye van die dag op die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete het. So ’n ondersoek is ’n noodsaaklikheid, aangesien oefening aan elke Tipe 2 diabeet die (potensiële) geleentheid bied om ’n “normale lewe” te lei. Oefening is ’n alombekende behandelingsmodaliteit in die lewe van Tipe 2 diabete. Met die aanvang van die studie is medici by die Sentrum vir Diabete en Endokrinologie (SDE) in Parktown, Johannesburg, genader oor die relevansie en uitvoerbaarheid van die studie. Hul reaksie was positief en het bevestig dat weinig inligting oor die effek van “die tyd van die dag van oefening” op die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete bestaan. Volgens die betrokke geneeshere sou ’n suksesvolle studie in hierdie verband die mediese- en oefenkundige terrein in Suid- Afrika baat. ’n Positiewe bydrae tot die korps van biokinetiese- en oefenkundige kennis het dus as verdere motivering vir die studie gedien.

'n Legio van studies rakende die tema “oefening en diabete” is reeds uitgevoer! Besondere navorsing wat in hierdie verband opval is die van Khan en Rupp (1995), Lynch en Helmrigh (1996) en Williamson *et al.* (1996). Na aanduiding van die resultate van bogenoemde studies word algemeen aanvaar dat oefening 'n positiewe effek op bloedglukosevlakke het. Na afloop van 'n uitgebreide literatuursoektog kon geen studies egter in verband met “oefening op verskillende tye van die dag en glisemiese beheer” gevind word nie.

Tipe 2 Diabetes Mellitus kom hoofsaaklik by persone van 40 jaar en ouer voor. Die siekte word geassosieer met merkbare insulienweerstand, abnormale (maar relatief volgehoue) insuliensekresie, en normale tot verhoogde plasma-insulienvlakke (Gudat *et al.*, 1994). Laasgenoemde stelling impliseer dat individue insulien beskikbaar het om 'n lang tydperk te oorleef sonder eksterne insulienvoorsiening, maar wel insulien mag nodig om hul bloedglukosevlakke te beheer. In die verlede het die behandeling van diabete gevarieer van oefening tot totale bedrus. Uit meer onlangse navorsing is dit duidelik dat *matige* oefening die risiko vir die ontwikkeling van Diabetes Mellitus verlaag, veral in die geval van Tipe 2 diabete (Lynch & Helmrigh, 1996). By matige oefening word bedoel dat die pasiënt teen 'n submaksimale werkslading oefen om sodoende 'n positiewe fisiologiese respons teweeg te bring. Die voordele van oefening en verbeterde fisieke fiksheid by diabete is verlaagde bloedglukose- en obesiteitsvlakke, verhoogde lewenskwaliteit en psigo-sosiale funksionering, asook die voorkoming van diabetiese komplikasies, byvoorbeeld koronêre hartvatsiektes (Gudat *et al.*, 1994; Lynch & Helmrigh, 1996). Hierdie voordele is onmeetbaar in terme van die algemene gesondheid van die diabeet en kostebesparing vir mediese fondse.

## PROBLEEMSTELLING

Volgens die Sentrum vir Diabete en Endokrinologie word daar konstant van oefening gebruik gemaak om 'n betekenisvolle bydra te lewer tot die beheer van bloedglukosevlakke by Tipe 2 diabete (Distiller, 1994). Die effek van oefening op verskillende tye van die dag op die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete is egter onduidelik. Wetenskaplike kennis in dié verband kan 'n waardevolle bydrae tot die behandeling van Tipe 2 diabete lewer, en sodoende hul lewenskwaliteit verhoog.

Vir die doeleindes van hierdie studie is gefokus op die vraag: “Wat is die verband tussen oefening op verskillende tye van die dag en die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete?” Die volgende hipotese is op die studie van toepassing gemaak, naamlik dat daar 'n verband bestaan tussen (1) oefening op verskillende tye van die dag, en (2) die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete.

## METODOLOGIE

### Ontledingseenheid

Vir die doeleindes van hierdie studie is 30 Tipe 2 diabete met ooreenstemmende fisiologiese afwykings by die Sentrum vir Diabete en Endokrinologie in Parktown, Johannesburg, gewerf. Slegs Tipe 2 diabete wat orale tablette neem (en nie addisionele insulien nie) is by die studie ingesluit. Die proefpersone het bestaan uit “goed” sowel as “swak” gekontroleerde diabete; op voorwaarde dat hulle reeds langer as agt weke aan oefening deelgeneem het om sodoende die effek van fiksheid uit te skakel. Die aanvaarde norm vir die bereiking van algehele fiksheid is deur die navorsers op 6-8 weke geraam.

Die Johannesburgse Sentrum vir Diabete en Endokrinologie (SDE) is 'n instansie waar medici (wat spesialiseer in Diabetes Mellitus) met 'n span, bestaande uit 'n Diabetiese Opvoedkundige, Dieetkundige, Sielkundige, Voetkundige en Biokinetiese simbioties saamwerk om die lewensstyl en lewenskwaliteit van diabete te verbeter. Binne die konteks van "Die toestand Diabetes Mellitus", speel oefening 'n groot rol in die beheer en kontrole van bloedglukosevlakke. In dië opsig voldoen die studie ook aan die SDE se doelstellings. Die navorsing is vanuit 'n holistiese oogpunt benader, wat impliseer dat pasiënte "in geheel" hanteer is. Dit veronderstel dat die individue (proefpersone) wat bestudeer is, se dieet en medikasie addisioneel tot oefening gekontroleer is. Interne geldigheid is verkry deur die glukosemetings, meetapparate en oefenprogramme gestandaardiseer te hou. Die individue is op lukrake wyse gekies met interne geldigheid as basis vir eksterne geldigheid, aangesien gekonsentreer is op die veralgemeenbaarheid van die resultate.

### Data insameling

Die studie se data is gegeneer deur pasiënte wat hul vastende-glukosewaarde geneem het sodra soggens opgestaan is. Lesings is ook geneem tydens (a) "oefendae": vastend (eerste lesing geneem sodra die individu soggens opstaan), voor ontbyt, voor middaget, voor aandete, slapenstyd, voor oefening, na oefening, en (b) "Rusdae": slegs 'n vastende-glukose lesing. Tydens hierdie studie is daar hoofsaaklik op vastende-bloedglukosewaardes gekonsentreer, aangesien dit die algemeen aanvaarde metode is om veranderinge en prosesse wat gedurende die nag plaasvind, te bepaal en te bestudeer. Tydens laboratoriumtoetse word daar hoofsaaklik van vastende-bloedglukosewaardes gebruik gemaak om 'n persoon te ondersoek, te evalueer en die graad van kontrole te bepaal. Sodoende kan vasgestel word of 'n persoon sy/haar toestand onder beheer het, en kontrole wat makliker uitgevoer kan word (Jovanovic-Peterson, 1995).

Die effek van oefening op verskillende tye van die dag op die bloedglukosevlakke van Tipe 2 diabete is bepaal deur 'n studie op drie groepe Tipe 2 diabete wat (respektiewelik) op verskillende tye van die dag geoefen het. Aangesien daar gebruik gemaak is van werkende mense van 40 jaar en ouer, is die individue lukraak ingedeel by die groep wat die beste inpas by sy/haar dagskedule (10 proefpersone per groep). Die "oggendgroep" het geoefen tussen 06h00 en 10h00, die "middag-groep" tussen 11h00 en 15h00, en die "aandgroep" tussen 16h00 en 19h00. Elke groep het 'n gestandaardiseerde oefenprogram van 45 tot 60 minute, drie maal per week gevolg. Die studie het geskied oor 'n tydperk van 10 dae. Die rede vir die gekose periode was omrede fiksheid en gewigsverlies die resultate andersyds sou beïnvloed. Die oefenprogram was tweeledig, 1) 60% aërobiese oefeninge, en 2) 40% weerstand / intervaloefeninge. Die voorgeskrewe oefenprogram het hoofsaaklik die grootspiergroepe en die kardiovaskulêresisteem geteiken. Die proefpersone het (soos aangedui) 'n gestandaardiseerde program gevolg; dit wil sê gelyksoortige weerstandoefeninge teen 65% van hul maksimum oefenharttempo. Die proefpersone se oefenharttempo is bereken met die volgende formule:  $(220 - \text{ouderdom} - \text{rustende harttempo}) \times 0.65 + \text{rustende harttempo}$ . Hierdie harttempos is gedurig gemonitor tydens die aërobiese gedeelte van die oefenprogram. 'n Gestandaardiseerde dieet van drie maaltye per dag is gevolg; bestaande uit 50-65% koolhidrate, 10-20% proteïene, 10-20% vette, minerale en vitamïene. Drastiese veranderinge in die dieet is vermy, asook voedsel wat bloedglukose sterk beïnvloed, byvoorbeeld sjokolade, vrugte en suiker.

Relevante data is ingesamel deur die gebruik van glukosemeetapparate ("Accutrend Alpha"). Daar is vooraf gekontroleer vir 'n korrelasiefaktor van 0.2 mmol/L tussen die verskillende apparate om die geldigheid van die apparate te bepaal. 'n Tabel is aan elke deelnemer verskaf

wat “dae”, “tyd van oefening”, en “toetsings” aandui. Die resultate van die toetse is daagliks op die tabel ingevul. Elke deelnemer is voor die aanvang van die studie opgelei hoe om ’n korrekte lesing te neem, en het ’n inligtingsblad ontvang wat die stappe van toetsing verduidelik. Lesings wat voor en na oefening geneem is, asook die oefeninge self, is onder toesig van biokinetici gedoen. Die betroubaarheid van lesings is gekontroleer deur tuis-toetsings (selfmonitor) te vergelyk met toetsings onder toesig. Elke deelnemer het deurgans dieselfde meter vir die toetse gebruik.

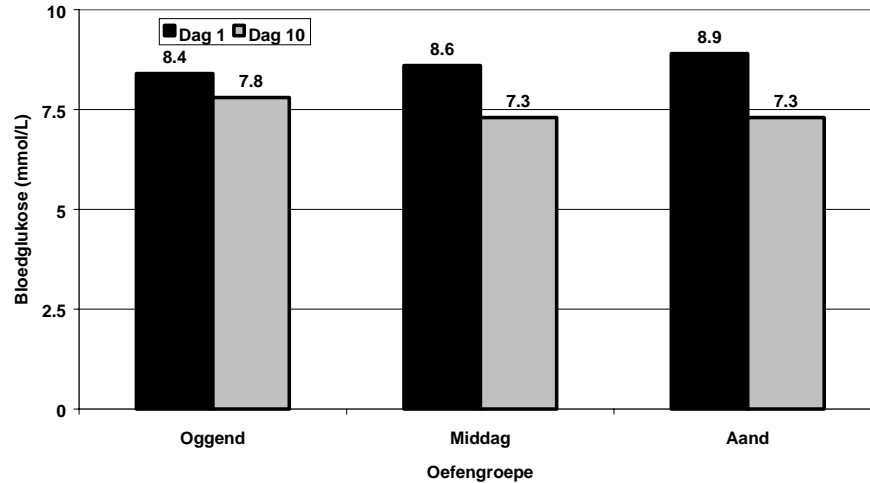
## RESULTATE

Verskeie aspekte van bloedglukoseveranderinge wat plaasvind in respons op oefening is tydens die projek bestudeer. In die eerste plek is gekyk na vastende-bloedglukosewaardes se verandering oor ’n tydperk van 10 dae in elk van die drie oefengroepe. Daar is reeds genoem dat vastende-bloedglukosewaardes as belangrike bepaler en barometer dien van glisemiese beheer by Diabetes Mellitus. Gedurende nagrus is die werking van insulien egalig, met geen piekperiodes wat voorkom nie. Gevolglik is ’n persoon se vastende-bloedglukosevlak ’n akkurate aanduiding van sy/haar basale bloedglukosewaarde is (Distiller, 1994).

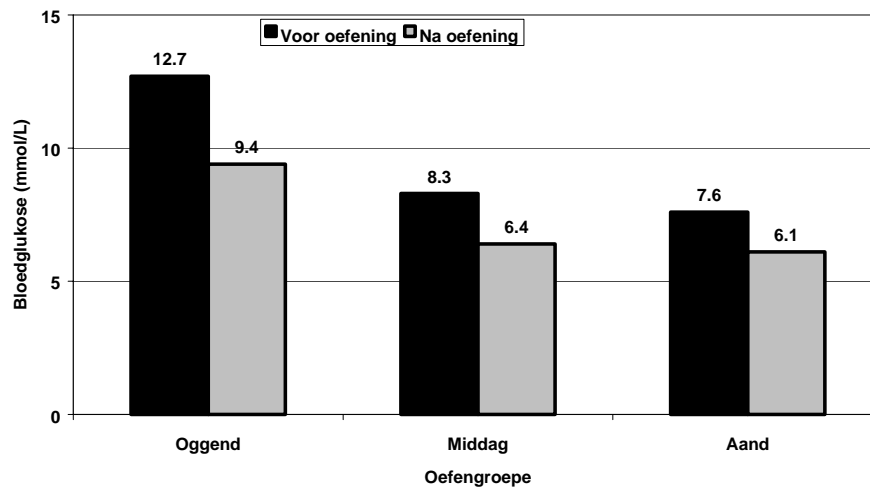
Soos blyk in Figuur 1 het al drie die groepe ’n verandering in vastende-bloedglukosewaardes ondergaan. Bereken deur kruistabulerings van veranderlikes, Spearman se rankorderkorrelasies, en Wilcoxon se ranktoets; was die aandgroep se verandering mees beduidend ( $p < 0.05$ ). Voor die oefenperiode (dit wil sê op dag een), het die aandgroep ’n gemiddelde vastende-bloedglukosevlak van 8.9 mmol/L (normaal is 3.5 tot 5.2 mmol/L) getoon, wat gedaal het tot 7.5 mmol/L na die tiende dag. Al die proefpersone in die groep se bloedglukose het gedaal, alhoewel sommiges meer drasties gedaal het as ander. Vastende-bloedglukosewaardes het dus verminder met 1.4 mmol/L in 10 dae. Die “middaggroep” het begin met ’n gemiddeld van 8.6 mmol/L wat na 10 dae gedaal het tot 7.3 mmol/L; dit wil sê ’n vermindering van 1.3 mmol/L. Die “oggendgroep” se gemiddelde vastende-bloedglukose was op die eerste dag 8.4 mmol/L en het gedaal tot 7.8 mmol/L, ’n afname dus van 0.6 mmol/L in 10 dae. Tydens hierdie studie het die “aandgroep” ooglopend die beste resultate gelewer betreffende vastende-bloedglukosewaardes gekoppel aan oefening op verskillende tye van die dag”.

In die tweede plek is nagespeur wat die effek van oefening op verskillende tye van die dag op bloedglukosewaardes tydens die oefeningsessie was (Figuur 2 en 3). Die bloedglukosewaardes van die “aandgroep” het tydens oefening ’n gemiddelde afname van 1.5 mmol/L op dag een, en ’n afname van 1.4 mmol/L op dag 10 getoon ( $p < 0.001$ ). Die “middaggroep” het op dag een ’n afname van 1.9 mmol/L en op dag 10 ’n afname van 1.7 mmol/L tydens oefening getoon ( $p < 0.001$ ). Die “oggendgroep” se bloedglukosewaardes het tydens oefening op dag een met 3.3 mmol/L gedaal en op dag 10 met 2.7 mmol/L ( $p < 0.05$ ). Soos aangedui in Figuur 2 en Figuur 3, is die aanvangsbloedglukosewaarde merkbaar hoër by die oggendgroep as by die middag- en aandgroepe. Daar kan nie met sekerheid gesê word wat die rede vir die verskynsel is nie. Die vermoede dat die “Dawn-effek” ingetree het, bestaan. Hierdie toestand kom voor indien aandete relatief vroeg geskied (17h00-18h00). Die tendens is dat insulien teen ongeveer 03h00 die oggend piek en relatief laag is teen die tyd wat die persoon wakker word. As gevolg van ’n lae insulienvlak in dié verband, kan dit gebeur dat die persoon met ’n hoë bloedglukosevlak ontwaak (Distiller, 1994). Aangesien die oggendgroep met verhoogde glukosewaardes begin het voor oefening, is daar baie ruimte vir afname in bloedglukosewaardes tydens oefening. Wat die

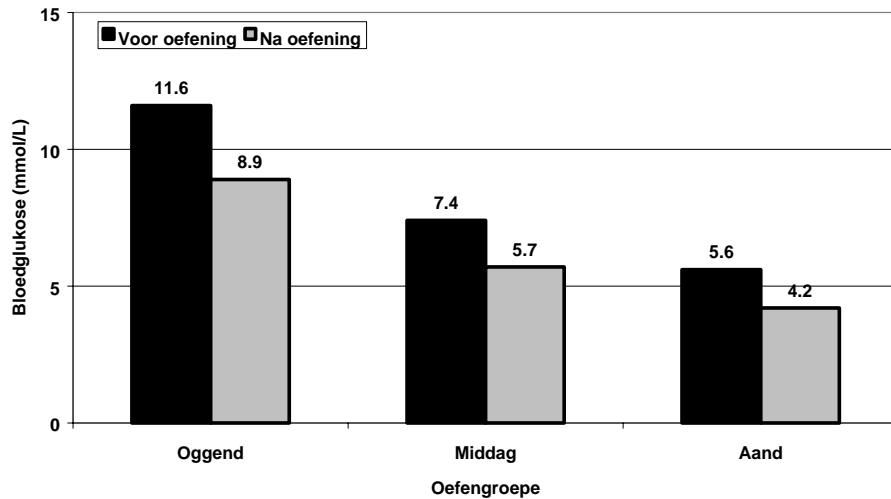
bloedglukosewaardes tydens oefening aanbetref, het die oggendgroep dus die grootste verbetering getoon, alhoewel hul gemiddelde bloedglukosevlakke steeds hoër was as die van die middag- en aandgroep.



**FIGUUR 1. 'N VERGELYKING VAN VASTENDE-BLOEDGLUKOSEWAARDES VAN TIPE 2 DIABETE WAT OP VERSKILLENDE TYE VAN DIE DAG GEOEFEN HET OOR 'N TYDPERK VAN 10 DAE**

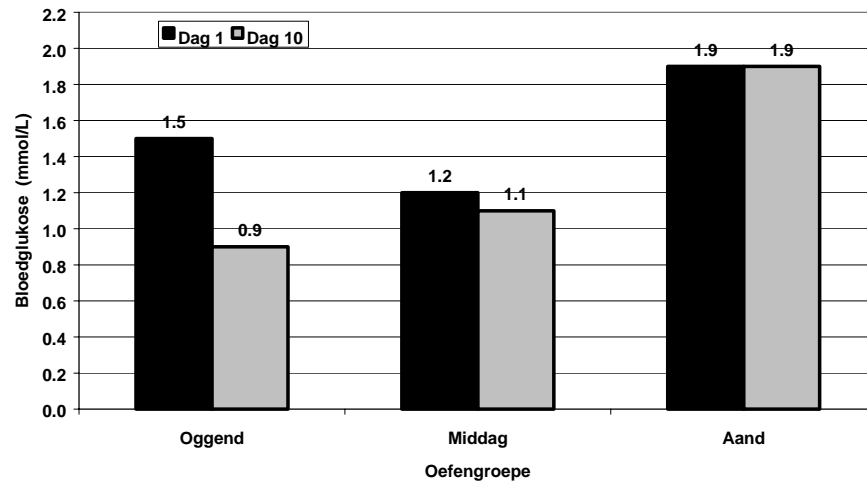


**FIGUUR 2. BLOEDGLUKOSEVERANDERING TYDENS OEFENSESSIES BY TIPE 2 DIABETE WAT OP VERSKILLENDE TYE VAN DIE DAG OEFEN**



**FIGUUR 3. BLOEDGLUKOSEVERANDERING TYDENS OEFENSSESIES BY TIPE 2 DIABETE NA 'N 10 DAE OEFENPROGAM OP VERSKILLENDE TYE VAN DIE DAG**

In die derde plek is die gemiddelde verandering in bloedglukosevlakke (per groep) tydens oefening op dag een vergelyk met die gemiddelde verandering van bloedglukosevlakke op dag 10. Die resultate het andermaal interessant daarna uitgesien. By die "aandgroep" het 'n gemiddelde verandering van 1.9 mmol/L gedurende die oefensessie op dag een, asook op dag 10 plaasgevind (Figuur IV). Die "middaggroep" het op dag een 'n gemiddelde afname van 1.2 mmol/L getoon en op dag 10 1.1 mmol/L, terwyl die "oggendgroep" se bloedglukose op dag een gemiddeld met 1.5 mmol/L gedaal het teenoor 0.9 mmol/L daling op dag 10.



**FIGUUR 4. GEMIDDELDE GLUKOSEVERANDERING TYDENS OEFENSIESSIE EEN TEENOOR GLUKOSEVERANDERING TYDENS OEFENSIESSIE 10 BY DIE TIPE 2 DIABEET**

#### BESPREKING EN GEVOLGTREKKING

Uit die studie wil dit blyk asof die aandgroep 'n groter verbetering getoon het in vastende-bloedglukosewaardes. Alhoewel die oggendgroep ook 'n (merkbaar) afname in bloedglukosevlakke tydens oefening getoon het was hul bloedglukosewaardes na oefening steeds hoër as dié van die middag- en aandgroep. Dit is belangrik om daarop te let dat daar 'n algemene verbetering in bloedglukosewaardes by al drie die oefengroepe voorgekom het. Oefening op verskillende tye van die dag beïnvloed Tipe 2 diabeet se vastende- en oefen-bloedglukosewaardes op verskillende wyses. Die faktore wat verantwoordelik is vir die verskil tussen vastende- en oefen-bloedglukosevlakke sluit in: die tyd van die dag wanneer die subjekte hul medikasie neem, asook wanneer hulle geëet het. Verskillende medikasies piek op verskillende tye; dit wil sê die tyd wanneer insulienwerking sy hoogtepunt bereik verskil. Tydens piektyd van die medikasie sal die bloedglukosevlakke by die diabeet laer wees. Een van die redes waarom daar spesifiek van "vastende"-bloedglukosewaardes gebruik gemaak word, is die "basale effek" gedurende die nag (kyk "Resultate"). Dieet speel ook 'n belangrike rol tydens oefening. Die glukose in voedsel wat ingeneem word piek 1 tot 1½ uur na 'n maaltyd. Hoe meer glukose voedsel bevat, hoe hoër is glukosevlakke tydens piektyd gevolglik. Gedurende hierdie tyd is die bloedglukosevlakke uit die aard van die saak baie hoog. Indien bloedglukoselesings gedurende hierdie tydperk geneem word, sal die waardes verkry, hoër as normaalweg wees; maar nie noodwendig negatief nie (Gordon, 1993).

Regdeur hierdie studie is gevind dat die aandgroep gedurende die dag laer bloedglukosewaardes as die oggendgroep, en in 'n mindere mate die middaggroep, getoon het. Die moontlikheid bestaan dat dit 'n aanduiding kan wees dat oefening gedurende die aand

(kan) lei tot 'n meer gekontroleerde toestand van Diabetes Mellitus gedurende die verloop van die dag. In hierdie verband kan aangevoer word dat oefening in die "aand" 'n faktor is wat (kan) bydra tot hoër lewenskwaliteit by die Tipe 2 diabeet. Om die studie mee te voltooi bevestig die navorsers die hipotese dat "oefening op verskillende tye van die dag" verskillende effekte op die bloedglukosewaardes van Tipe 2 diabeete het. Die hoop word voorts uitgespreek dat die studie (en soortgelyke studies) 'n bydrae kan lewer tot biokinetiese- en oefenфизиologiese kennis. Die navorsers maak graag die volgende aanbevelings vir toekomstige navorsing binne hierdie verband:

- \* 'n Meer uitgebreide studie, bedoelende 'n ondersoek met groter omvang ten opsigte van proefpersone (daar moet ten minste 30 persone in elke groep wees).
- \* Die homogene groepering van proefpersone (veral in terme van ouderdom, geslag, medikasie en obesiteit).
- \* 'n Soortgelyke studie onder verskillende etniese groepe, veral Indiërs.
- \* 'n Soortgelyke studie gekoppel aan seisoenale veranderinge.
- \* 'n Studie na ander faktore (byvoorbeeld sosiale- en sielkundige faktore) wat die gesondheid van Tipe 2 diabeete beïnvloed asook hul risiko vir koronêre hartvatsiektes.

## SUMMARY

### THE EFFECT OF "EXERCISE DURING DIFFERENT TIMES OF THE DAY" ON THE BLOOD GLUCOSE LEVELS OF TYPE 2 DIABETIC PATIENTS

"Moderate intense physical activity reduces the risk of Type 2 Diabetes Mellitus"  
(Lynch & Helmich, 1996)

Throughout the ages man has proved and come to accept that physical exercise is an effective treatment modality. The value of exercise for the diabetes sufferer (diabetic) is no exception. This study focuses on the value (effect) that exercise (during, different times of the day) has on the bloodsugar levels of Type 2 diabetes patients. The study's hypothesis is (thus) stated as follows:

"There exists a connection between exercise during different times of the day and the bloodsugar levels of Type 2 diabetics". At the alarming rate of increase on national level as well as on international level of Type 2 Diabetics Mellitus, there is a scientific notion that (positive) research and action is necessary. The study's data is obtained from 30 Type 2 Diabetes patients at the Centre for Diabetes and Endocrinology (Parktown, Johannesburg, South Africa). The experimental persons were divided into three equal groups and took part in a 10-day exercise programme under the supervision of Biokineticists (Exercise Scientists). The three groups exercised in the morning, afternoon and evening respectively.

Results with regard to the changes that took place in bloodsugar levels as a result of the exercise were compared. The group that exercised in the evening fared the best in connection with their bloodsugar levels. Their blood glucose levels dropped on average by 1.4 mmol/L per person – measured over the ten-day exercise programme. The afternoon group registered an average drop of 1.3 mmol/L, while the morning group reflected an average drop in blood glucose levels of 0.6 mmol/L. The purpose of this study was also to ascertain and show that



change does take place in bloodsugar levels by individuals (each group) during exercise. In this instance, the morning group showed a drop of 3.3 mmol/L in their blood glucose levels. A decrease was also registered by the afternoon group (-1.9mmol/L) as well as by the evening group (-1.5 mmol/L).

The major finding of this study lies therein that exercise performed during different times of the day produces a different effect on the bloodsugar levels of Type 2 Diabetes. The conclusion can be reached that Type 2 diabetics who exercise during the evening will derive the most benefit. Besides this, the study confirms the general theory of Lynch and Helmrich (1996) namely, that Moderate intense physical activity reduces the risk of Type 2 Diabetes Mellitus. Once again it can be said that exercise is a valuable instrument in the therapy of the human body; albeit that exercise can make a valuable contribution to the individual's quality of life ("Total Wellness"). However, no study is without shortcomings. The following recommendations (for further research) arise from this study. In the first place, a more extensive project is suggested: A more in-depth investigation with regard to the experimental persons (subjects) with at least 30 persons in each group. This will enhance the external validity of the research. Secondly, the homogeneous grouping of experimental persons is necessary. Grouping in terms of age, sex, medication and level of obesity will strengthen the general validity and reliability of the study. Thirdly, a similar study could be undertaken but between different ethnic groups. Research amongst the Asian population, could for example, yield interesting results. In the fourth place, a similar study could be connected to seasonal changes. The value of physical exercise to the human body (Type 2 Diabetes) during different times of the year is not clear – if indeed any change at all. Lastly a study, in which other factors that could influence the health and quality of life of Type 2 Diabetics, as well as the risks involved of coronary heart disease, can be looked at. By "other factors" the following facets could also come into play: social circumstances and psychological welfare. The hope is expressed that other researchers will build upon this study, which will increasingly be of assistance to and enhance the quality of life of 2 Diabetics worldwide.

## VERWYSINGS

- DE VRIES, D.A.; MARSH, G.D.; RODGER, N.W. & THOMPSON, R.T. (1996). Metabolic response of forearm muscle to graded exercise in type 2 diabetes mellitus: Effect of endurance training. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 21(2): 120-133.
- DISTILLER, L.A.; KRAMER, B.D. & CLARKE, A.M. (1997). Diabetes advanced course manual for health professionals. Johannesburg: Centre for Diabetes and Endocrinology.
- DISTILLER, L.A. (1994). *So you have diabetes*. Roodepoort: Alex White.
- DISTILLER, L.A. & KRAMER, B.D. (1997). Onderhoude gevoer rakende: 1) "Oefening en diabete", en 2) "Die langtermyn effek van medikasie op die bloedglukosevlakke van diabete". Johannesburg: Centre for Diabetes and Endocrinology.
- GORDON, F. (1993). *Diabetes: Your complete exercise guide*. Dallas, TX: Human Kinetics.
- GUDAT, U.; BERGER, M. & LEFEBVRE, P.J. (1994). Physical activity, fitness and non- insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 7(4): 669-678.
- GUY, R.F.; EDGLEY, C.E.; ARAFAT I. & ALLEN, D.E. (1987). *Social research methods: Puzzles and solutions*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- HYLLEGARD, R.; MOOD, D.P. & MORROW, J.R. jnr. (1996). *Interpreting research in sport and exercise science*. St. Louis, MO: Mosby-Year Book.

- JOVANOVIC-PETERSON, L.J. (1995). Women and exercise. In N. Ruderman & J. Devlin (Eds.), *The health professional's guide to diabetes and exercise (205-216)*. Alexandria, VA: American Diabetes Association Clinical Education Series.
- KHAN, S. & RUPP, J. (1995). The effect of exercise conditioning, diet, and drug therapy on glucosylated hemoglobin levels in type 2 diabetics. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(4): 281-288.
- LANDMAN, W.A. (Red.) (1980). *Inleiding tot die opvoedkundige navorsingspraktyk*. Butterworth: Butterworth Publishers.
- LYNCH, J. & HELMRICH, S.P. (1996). Moderate intense physical activity reduces the risk of NIDDM, *Internasional Diabetes Monitor*, 8(6): 8-9.
- MAKINES, K.J.; SONNE, B.; FARREL, P.A.; TRONIER, B. & GALBO, H. (1989). Effect of training on dose-response relationship for insulin action in men. *Journal of Applied Physiology*, 66(2): 695-703.
- MEYER, B.J. (1988). *Die fisiologiese basis van geneeskunde*. Pretoria: Haum.
- MOUTON, J. & MARAIS, H.C. (1991). *Basiese begrippe: Metodologie van die geesteswetenskappe (3)*. Pretoria: RGN.
- SMIT, G.J. (1985). *Navorsingsmetodes in die gedragwetenskappe*. Pretoria: Haum.
- WILLIAMSON, J.R.; HOFFMANN, P.L.; KOHRT, W.M.; SPINA, R.J.; COGGAN, A. & HOLLOSZY, J.O. (1996). Endurance exercise training decreases capillary basement membrane width in older nondiabetic and diabetic adults. *Journal of Applied Physiology*, 80(3): 747-753.

---

Mnr. Paul P.J. Oosthuizen, Departement Biokinetika, Sport en Vryetydwetenskappe, Universiteit van Pretoria, Pretoria 0002, Republiek van Suid-Afrika. Tel.: 27+12+362-1574, Faks.: 27+12+362-0463, E-pos: paul@sport.up.ac.za

(Vakredakteur: Dr. L.I. Dreyer)