

KASVATUSTIETEIDEN TUTKIMUSLAITOS INSTITUTE FOR EDUCATIONAL RESEARCH

Jyväskylän yliopisto
University of Jyväskylä

Juhani Kirjonen

56/1970

Eräät fyysisen toimintakykyisyyden osatekijät istumasta korkeelle nousu -liikesuorituksen ja lihastyön siinä aiheuttamien muutosten selittäjinä

Some components of physical fitness in relation to the movement pattern in stepping from a sitting position up to a platform and to its alterations after muscular exercise

JUHANI KIRJONEN

ERÄÄT FYYSISEN TOIMINTAKYKYISYYDEN OSATEKIJÄT ISTUMASTA
KOROKKEELLE NOUSU -LIIKESUORITUKSEN JA LIHASTYÖN SIINÄ
AIHEUTTAMIEN MUUTOSTEN SELITTÄJINÄ

SOME COMPONENTS OF PHYSICAL FITNESS IN RELATION TO THE
MOVEMENT PATTERN IN STEPPING FROM A SITTING POSITION UP
TO A PLATFORM AND TO ITS ALTERATIONS AFTER MUSCULAR
EXERCISE

Kasvatustieteiden tutkimuslaitos
56/1970

Jyväskylä, Jyväskylän yliopisto

URN:ISBN:978-951-39-8426-7
ISBN 978-951-39-8426-7 (PDF)
ISSN 0782-9809

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään fyysisen toimintakykyisyyden (kunnan) ja liikesuoritusta kuvaavien muuttujien välisiä yhteyksiä, mikä tähtäisi edellisten käyttämiseen jälkimmäisten, siis motoriikan piirteiden, ennustamiseen. Lisäksi haluttiin tutkia lyhytaikaisen, raskaan polkupyöräergometriytyöskentelyn jälkeen liikesuorituksen variaabeleissa ja niistä johdetuissa faktoreissa ja faktoripistemäärissä esiintyviä muutoksia verrattuna kuormitusta edeltäneeseen tilanteeseen fyysiseltä kunnoltaan eritasoisilla koehenkilöillä.

Koehenkilöinä oli 84 Jyväskylän yliopiston miesopiskelijaa, joiden fyysisen toimintakykyisyyden taso testattiin ennakoitua. Koetilanteessa k:h:t suorittivat useita kertoja vapaalla tempolla istumasta korokkeelle nousun ennen ja jälkeen 6 minuutin työkoetta. Suoritukset tallennettiin stroboskooppisen valokuvauksen tekniikalla. Liikesuorituksen analyysit perustuivat kinemaattisiin menetelmiin. Faktori- ja varianssianalyysit muodostivat tilastollisten analyysien rungon.

Olettamus fyysisen kuormitustilanteen liikesuoritusta nopeuttavasta, mutta samalla sen vaihtelevuutta lisäävästä vaikutuksesta sai tukea nopeutumisen osalta sekä variaabeli- että faktoritasolla. Olettamus, että vaihtelevuuden lisääntyminen ilmeni erityisesti fyysiseltä kunnoltaan heikoilla henkilöillä, sai osittain tukea tuloksista.

SISÄLLYS

CONTENT

1.	JOHDANTO	1
	INTRODUCTION	1
2.	LIIKESUORITUKSEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	2
	FACTORS AFFECTING MOTOR PERFORMANCE	2
2.1.	Anatomis-fysiologiset tekijät	2
	Anatomical and physiological factors	2
2.2.	Psykologiset tekijät	4
	Psychological factors	4
3.	TUTKIMUS- JA TALLENNUSMENETELMISTÄ	6
	A SURVEY OF METHODS FOR STUDYING AND RECORDING MOVEMENT	6
3.1.	Yleistä	6
	General aspects	6
3.2.	Tutkimusmenetelmät	7
	Methods of study	7
3.3.	Tallennustekniikat	7
	Recording techniques	7
4.	ONGELMAT JA HYPOTEEESIT	8
	THE PROBLEMS AND THE HYPOTHESES	8
5.	MENETELMÄT	9
	METHODS USED IN PRESENT STUDY	9
5.1.	Koehenkilöt	9
	Subjects	9
5.2.	Liikesuoritus	9
	The movement pattern	9
5.3.	Liikkeen tallennus	11
	Recording the movement	11
5.4.	Riippuvat muuttujat	12
	Dependent variables	12
5.5.	Riippumattomat muuttujat	14
	Independent variables	14

5.6.	Koeasetelma	16
	The experimental design	16
5.7.	Mittausten pysyvyysongelmia	17
	On the question of reliability	17
5.7.1.	Virhelähteet ja niiden välttäminen	17
	The sources of errors	17
5.7.2.	Liikkeen mittauksen pysyvyys	18
	The reliability of measuring movement	18
5.7.3.	Arviointien pysyvyys	21
	The reliability of ratings	21
6.	TULOKSET	21
	RESULTS	21
6.1.	Tilastolliset menetelmät	21
	The statistical methods	21
6.2.	Lineaarisuuden tarkistaminen	22
	Checking linearity	22
6.3.	Tuloskäsittelyn strategia	22
	The strategy for analysis of data	22
6.4.	Fyysisen toimintakykyisyyden ja liikesuorituksen yhteydet	23
	The relationship between the physical fitness and the movement pattern	23
6.4.1.	Pääanalyysien faktorit ja niiden tulkinta	23
	The factors of the main analyses and their interpretation	23
6.4.2.	Osa-analyysit	28
	The partial analyses	28
6.5.	Rasituksen vaikutusten ilmeneminen liikesuorituksessa	34
	The effects of exercise on the movement pattern	34
6.5.1.	Faktorirakenteet	34
	The factor structure	34
6.5.2.	Varianssianalyysit	36
	The analyses of variance	36
6.6.	Kuormituksen vaikutukset fyysiseltä toimintakykyisyydeltään eritasoisiin henkilöihin	38
	The effects of physical fitness and exercise	38

7.	POHDINTA	41
	DISCUSSION	41
7.1.	Muuttujavalinnan ongelma	41
	The selection of variables	41
7.2.	Selitysmallit ja tulokset	43
	Models of explanation in view of the results	43
7.3.	Fyysinen kuormitus ja psyykinen stressi	45
	Physical load and psychological stress	45
7.4.	Jatkotutkimuksen näköaloja	46
	Suggestions for further research	46
8.	LÄHTEET	49
	REFERENCES	49
9.	LIITTEET	55
	APPENDICES	55

LIITTEET

APPENDICES

1.	Vanhemman ja nuoremman ryhmän keskiarvot ja standardi- poikkeamat sekä keskiarvojen erotusten t-testi	56
	Means and standard deviations of the older and younger groups of subjects, and t-test of the differences between the means	56
2.	Riippuvat variaabelit	57
	Dependent variables	57
3.	Kuntokokeet	60
	Fitness tests	60
4.	Instruktio kuntomittauksia varten	68
	The general instructions for fitness tests	68
5.	Instruktio koeliikkeen valokuvausta varten	69
	The instructions for recording the experimental motion	69
6.	Pään liikkeen nopeuskäyrät	70
	Velocity curves of head motion	70
7.	ja 8. Pään liikeradan sujuvuuden ja käden käytön tehok- kuuden arviointinormit	75
	Evaluating norms for fluency of path (head motion) and effectiveness of arm swing	75
9.	Pääanalyysien riippumattomien ja riippuvien muuttujien välisten assosiaatioiden suora- ja käyräviivaisuuden voimakkuudet	76
	Estimation of the strength of linear and curvilinear relationship between independent and dependent variables of the main analyses	76
10.	Faktorimatriisit	77
	Factor matrices	77

11.	Variaabelipisteet, keskiarvot ja standardipoikkeamat; Faktori- ja variaabelipistemäärien keskiarvot kunto- ryhmittäin	79
	Variable scores, means and standard deviations; Factor and variable scores, means of fitness groups	79
12.	Varianssianalyysit. Riippumattomien faktoreiden ja mit- tauskerran vaikutukset kussakin riippuvassa faktorissa (faktoripisteet)	81
	Analyses of variance. The effects of independent factors and measurements on each dependent factor expressed as factor scores	81
13.	Riippumattomien faktoreiden ja mittauskerran vaikutukset kussakin riippuvassa variaabelissa (variaabelipisteet)	83
	Analyses of variance. The effects of independent factors and measurements on each dependent variable expressed as variable scores	83

1. JOHDANTO

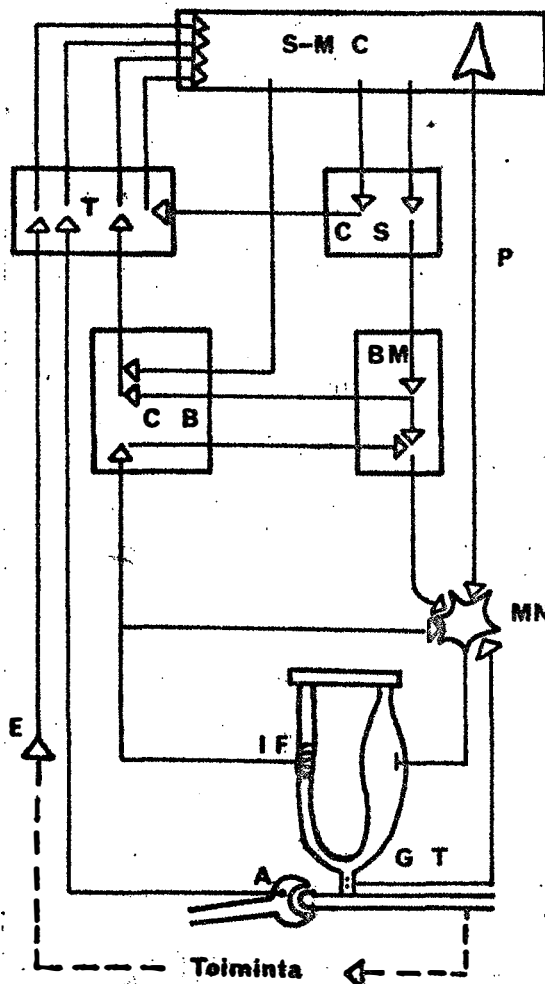
Ihmisen liikkuminen eli motoriikka välittää ulospäin keskushermoston luomia tai muokkaamia havaintojen, ajattelun tai tuntemusten sisältöjä. Tietojen välityksen hoitavat sensoriset ja motoriset hermot, liikuntaelimistöä tukee luusto ja toimeenpanosta huolehtivat lihakset. Näiden osajärjestelmien toiminnallisia ja rakenteellisia ominaisuuksia analysoimalla on mahdollista kartoittaa niiden yhteyksiä liiketaitojen oppimiseen, kehittymiseen ja perustekijöihin sillä edellytyksellä, että mittauksia voidaan luotettavasti tehdä. Mittausteknillisistä pulmista ovat vaikeimpia ne, jotka liittyvät liikuntaelimistön eri osien yhteistoiminnan selvittämiseen. Liikkeen ominaispiirteitä l. toiminnan kaavaa selitettäessä yksi tapa lähteä etenemään on kehittää ensin menetelmiä keskeisten kinemaattisten komponenttien, liikkeen nopeuden, sen vaihtelun, liikeratojen laajuuden ja toiminnallisen ajoituksen mittaamiseksi. Toistamalla mittaukset ja varioimalla riippumattomia tekijöitä voidaan tarkastella muutoksen ongelmaa ja mittausten luotettavuutta.

2. LIIKESUORITUKSEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

2.1 Anatomis-fysiologiset tekijät

Tahdonalaiset liikkeet perustuvat isojen aivojen motorises-ta kentästä lähteviin toimintamääräyksiin, jotka välittyvät lähinnä pyramidi- ja ekstrapyramidirataa myöten lihaksiin. Näiden lisäksi suuri joukko eri aivoalueiden ja hermosolujen muodostamia säätöpiirejä vastaa liikkeen säätelystä. Näistä tärkeimmät on esitetty kuvassa 1.

Motoriikan säätelyyn osallistuvista hermoston yksiköistä ja niiden toimintayhteyksistä ovat kirjoittaneet useat tutkijat (esimerkiksi Decker 1962; Milsum 1966; Paillard 1960; Morgan 1965; Woodburne 1967, 121-131). Merkityksellisimpiä ovat aivorungon alueen välillisiä vaikutuksia omaavat hermotumakkeet, erityisesti retikulaarijärjestelmä, joka ulottuu aivorungon alueella ydinjatkoksesta väliaivoihin ja hypothalamuksen korkeudelle saakka (Moruzzi & Magoun 1949; Lindsley 1960, 1553-1573).



Kuva 1

Figure 1

Yksinkertainen kaavakuva motorisen järjestelmän säätely-yhteyksistä.

Scematic diagram showing some of the regulation connections of the motor system.

- S-MC sensory-motor cortex
- P pyramidal tract
- MN motoneuron
- B-M bulbomesencephalic formations
- CS corpus striatum
- T thalamus
- CB cerebellum
- GT golgi-tendon organ
- IF intrafusal receptors
- A articular reseptors
- E ecteroceptive reseptors

Koska nämä tumakkeet ovat ensisijassa yhteydessä unen, viritetyneisyyden (engl. arousal) ja tarkkaavaisuuden säätelyyn, käytetään niistä nimitystä aktivoiva retikulaarijärjestelmä (Reticular Activating System eli RAS). Sen tärkeimmät yhteydet ovat seuraavat: afferentteja yhteyksiä tulee mm. selkäytimestä, pikkuaiivoista, kuorikerroksesta, basaaliganglioista ja hypothalamuksesta, efferenttejä ratoja taas lähtee mm. selkäyttimeen ja thalamukseen päin.

RAS-järjestelmää pidetään tärkeimpänä elimistön toimintaa säätelevien hermosanomien yhteysasemista, koska sillä on välittömiä yhdysratoja aivojen eri osiin. Sen katsotaan kiihottuvan ns. summautumisperiaatteen mukaisesti ja vielä niin, että jokaisella aistimodaliteetilla on siihen vaikutuksensa (Lindsley 1960, 1560). Afferenttien impulssien vaikutukset voivat olla sekä lamaavia että jouduttavia. Erityisesti ydinjatkoksen tasolla retikulaaritumakkeiden toiminta voi olla lamaavaa, aivorungon korkeammilla tasoilla taas jouduttavaa (French 1960, 1292-1293). Kun tiedetään monisynaptisten refleksien ratojen ulottuvan näille seuduille asti, voidaan päätellä, että RAS vaikuttanee myös refleksien välityksellä liikesuorituksiin. Lihaskäämien toimintaa säätelevien gamma-neuronien on myös todettu vaikuttavan retikulo-spinaalisen radan välityksellä impulsseihin, joilla on vaikutuksia käämien ärtyvyyteen (French 1960, 1300-1301).

Samalla kun tutkijat ovat pyrkineet selvittämään ns. yleisen koordinaatiokyvyn olemassaoloa faktorianalyttisin tutkimuksin, he ovat käsitelleet jossain määrin myös elimistön fyysisen toimintakykyisyyden eli fyysisen kunnan ja hienomotoriikan välisiä suhteita (Seashore, R. H. et al. 1940 ; Seashore, H. G. 1942; Cumbee 1954; Cumbee et al. 1957). Lievistä korrelatiivisista yhteyksistä huolimatta ei ainakaan toistaiseksi ole pystytty eristämään yleistä koordinaatiofaktoria, jota voitaisiin kutsua esimerkiksi yleiseksi liikunnallisuudeksi. Liikekoordinaation katsotaan yleisesti olevan lajisidonnaista ts.

erityistaitoa (vrt. Nicks & Fleishman 1962 ja Howell & Alderman 1967). Jones ja Hanson (1961) ovat kuitenkin todenneet kokonaismotoriikan koordinaatiota edustavien variaabeleiden korreloivan positiivisesti yksinkertaisen nousuliikkeen nopeuteen ja käsi-liikkeisiin sekä negatiivisesti liikeratojen laajarataisuuteen, kun tutkittava suoritus tehtiin mahdollisimman nopeasti (nopeus-instruktio). Puuttuu kuitenkin tutkimuksia, joissa spontaanin, vapaatempoisen kokonaisliikkeen (gross body movement) kinemaatiikkaa olisi tarkasti analysoitu ja verrattu sitä fyysiseen kuntoon.

2.2 Psykologiset tekijät

Psykologisista tekijöistä ovat oppimisen lisäksi liikkeen kannalta tärkeimmät motivaatiotilan muutokset ja väsymys. Motivaatioon vaikuttavista tekijöistä tarkastellen tässä vain elimistön virittyneisyyden tilaa (arousal), johon on todettu voitavan vaikuttaa esimerkiksi ympäristöärsykkeiden yliannostuksella tai niiden vähäisyydellä, lääkeaineilla, hormonivalmisteilla tai fyysisen toiminnan avulla. Tavallisesti termiä virittyneisyys käytetään kuvaamaan ulottuvuutta, jonka toinen ääripää on syvä uni-tila ja toinen taas raivo tai liikemyrsky (Bindra 1959, 211-212).

Ns. Yerkes-Dodsonin laki (Yerkes & Dodson 1908), jonka määrittelemää ilmiötä on viime vuosina uudelleen ryhdytty tutkimaan, ilmaisee motivaation voimakkuuden ja suorituksen tason välisen käyräviivaisen yhteyden sekä tehtävän vaikeuden ja motivaation voimakkuuden yleisen yhdysvaikutuksen suoritukseen.

Viimemainittu ilmiö, josta "laki" on johdettu, voidaan yleisesti ilmaista: "Tehtävän oppimiseen tarvittava optimaalinen motivaatio vähenee tehtävän vaikeuden lisääntyessä". Myöhemmin ovat muutamat tutkijat korostaneet Yerkesin ja Dodsonin tutkimuksen osoittamaa käyräviivaista yhteyttä motivaation ja suorituksen välillisen päätulokseksi (esim. Broadhurst 1959). Toisin sanoen motivaation kohottaminen tietyn (optimi-) vaiheen jälkeen ei enää paranna suoritustasoa, vaan vaikuttaa siihen alentavasti.

Hebb (1955) on päätenyt samaan tulokseen motivaation ja oppimisen (cue function) välistä yhteyttä selvittäessään ja katsoo, että suuntautuneen käyttäytymisen perustana on jokin fysiologinen mekanismi (ns. conceptual nervous system) ja että tämä järjestelmä kiihottuessaan lievästi edistää ja kiihottuessaan voimakkaasti häiritsee suoriutumista.

Duffy (1957, 268 ja 1962, 17 ja 140) ei viittaa edellä mainittuun lakiin, mutta esittää eräiden muiden tutkimusten perusteella, että virittyneisyyden noususta on odotettavissa motoriikassa vaikutuksia liikkeen suoritusnopeuteen, intensiteettiin ja sujuvuuteen siten, että virittyneisyyden määrän ja suoritustason välinen yhteys noudattaa käännetyn U:n muotoista kuvaajaa.

Stennett (1957) ja Klein (1961) ovat osoittaneet, että toisen raajan lihasten samanaikainen jännittäminen näyttää vaikuttavan toisen raajan tekemän liikkeen suoritusnopeutta lisäävästi ja tarkkuutta vähentäen. Vaikutuksen kaksitahoisuutta samassa mielessä korostaa myös Deese (1962).

Lihastyöllä aiheutetun kuormituksen vaikutuksia, joilla tässä tarkoitetaan lähinnä elimistön aktivoitumista ja toimintayksikköjen yhteistyön häiriöitä on selvitelty mm. Darcus (1953), Gagne (1953) ja Howard & Scott (1965). Kevyessä työssä on motoristen yksikköjen todettu toimivan joustavasti vuoroittain, mutta raskaasti kuormitettuna aktivoituvan suurehkoina ryhmänä, jolloin liikkeisiin muodostuu tahatonta nykäyksittäisyyttä. Tällaisen ilmiön syntymiseen vaikuttavat myös synergisti- ja antagonistilihasryhmien jännittymiset ja supistumiset. Jatkuvan, vakiotehoisen lihastoiminnan aikana on lihaksen sähköisen aktiviteetin todettu asteittain kasvavan aikayksikössä aktivoituvien motoristen yksikköjen lukumäärän kasvaessa. Suorituksen jatkuessa siihen osallistuvien lihasryhmien määrä siis lisääntyy. Tämä on tulkittu seuraukseksi toimivien lihasyksikköjen tehon pienenemisestä niiden väsyessä, jolloin suoritustason ylläpitäminen edellyttää läheisten lihasten osallistumista toimintaan (Welford 1965 ja 1968). Wilkinson (1965) pitää myös mahdollisena, että pelkkä tunne heikentyneestä suorituksesta

saattaa johtaa entistä suurempaan ponnisteluun ja tällä tavoin suorituksen pysymiseen entisellä tasolla, jopa sen tilapäiseen paranemiseen. Kuormituksen jatkumisesta tiedottavat impulssit ja niistä ehkä seuraavat epämiellyttävät tuntemukset saattavat välittyä ylempiin hermokeskuksiin, mikä voi aiheuttaa muun muassa kontralateraalisen lihasryhmän myötäsupistuksia. Elimistön väsyessä näyttävät viimeisimmäksi opitut suoritukset häiriytyvän eniten. Näiden on oletettu korvautuvan aikaisemmin opituilla yksinkertaisilla rinnakkaissuorituksilla.

Hammerton ja Tickner (1968) tutkivat fyysisen kunnan ja voimakkaan lihasrasituksen (400 s askeltamiskoe kahden sekunnin toistorytmillä) vaikutuksia taitoa vaativan visuomotorisen säätötehtävän pistemääriin. Tulokset osoittivat, että kunnoltaan keskitasoisten sotilaiden suorituskyky laski tutkitussa tehtävässä, mutta erittäin hyväkuntoisten pysyi ennallaan. On erityisesti otettava huomioon, ettei koehenkilöstöön kuulunut lainkaan normaalipopulaatioon verrattuna keskinkertaista heikompikuntoisia. Erittäin hyväkuntoisten ryhmä oli Englannin laivaston vuosittaisen Field Gun-kilpailun voittaja ja käynyt läpi lisäksi 6 kk:n kuntoharjoitusjakson. Vertailuryhmät olivat valikoimattomia, laivaston koulutuksessa olevia sotilaita. Tutkijoiden mielestä laitteiden säätötehtävät olisi suunniteltava huolellisesti ottaen huomioon ihmisen suorituskykyjen rajat ja/tai ihmisen fyysisen toimintakykyisyyden säilymisestä olisi pidettävä nykyistä parempaa huolta. Se, missä määrin näkökohdat ovat vaihtoehtoisia missä määrin rinnakkaisia, vaatinee kuitenkin eri pohdinnan.

3. TUTKIMUS- JA TALLENNUSMENETELMISTÄ

3.1 Yleistä

Liiketutkimus jakautuu kahteen pääsuuntaan sen mukaan, mitä liikkeen ilmiöitä halutaan tarkastella. Kinemaattiseksi tutkimukseksi nimitetään koko kehon eri nivelten ja eri kehonosien suoraviivaisten tai käyräviivaisten liikkeiden tutkimusta, joka suun-

tautuu ensi sijassa liikeratojen, kulmien muutosten, liikkeen laajuuksien, nopeuksien ja kiihtyvyyksien selvittämiseen. Nimitys kineettinen viittaa puolestaan tutkimukseen, joka kohdistuu liikesuorituksessa esiintyvien erilaisten voimien tai momenttien laskemiseen ja niiden suhteiden vertailemiseen. (Contini & Drillis 1966). Tämän tutkimuksen ongelmaa lähestytään kinemaattisen tarkastelun välityksellä.

3.2 Tutkimusmenetelmät

Edellä mainittujen tutkijoiden mukaan liikkeen tutkimusmenetelmät jakautuvat kolmeen pääryhmään, joita he nimittävät motoskopiaksi, motografiaksi ja motometriaksi. Motoskopiolla tarkoitetaan liikkeiden subjektiivista arviointia välittömästi suoritustilanteessa tai esimerkiksi elokuvakankaalta ilman, että sen ominaisuuksia mitenkään objektiivisesti mitataan. Motografialla puolestaan tarkoitetaan liikkeiden kuvallista tai analogista tallentamista ja tallennuksen tulosten (esimerkiksi liikeradat, nopeuskäyrät jne.) arviointia ja tulkintaa sellaisenaan ilman mittauksia ja matemaattisia analyysejä. Motometria sisältää liikkeen tallennuksen lisäksi sen tulosten matemaattisen ja tilastollisen analysoinnin. Tallennus tapahtuu lisäksi niin, että aika- ja avaruudelliset asteikot ovat helposti siihen liitettävissä.

3.3 Tallennustekniikat

Tutkittavaksi valitun suorituksen laadusta ja tarjolla olevista mahdollisuuksista riippuu, käytetäänkö liikkeen tallennuksessa mekaanisella, optisella vai sähköisellä periaatteella toimivaa kuva-, analogia- vai digitaalilaitteistoa. Audio-visuaalisten tallennuskeinojen kehityttyä yhä kätevämmiksi ja tarkemmiksi joudutaan usein valitsemaan näiden käytön ja suoran mitaamisen välillä. Kehitys näyttää edistäneen tallennuksen käyttöä ja yleensäkin osoittaneen optis-sähköisten tekniikoiden edut mekaanisiin verrattuina. Valo- ja elokuvauksen käyttämisestä

liiketoimintojen tallennuksessa on löydettävissä Maybridgen ja Mareyn ajoista lähtien varsin monia lähteitä (myöhemmistä esim. Contini & Drillis 1966; Cureton 1939; Donskoi 1961; Groves 1966; Hubbard 1961; Niebel 1962; Smith & Smith 1962). Soveltaminen on ulottunut työliikkeiden ja sairauksien tutkimuksesta urheilusuoritusten analyysiin (Borrman 1960-61; Contini 1954; Dierssen 1961; Fletcher et al. 1960; Gray et al. 1966; Heusner 1959; Margaria et al. 1963; Oeser 1936; Reiter 1960-61, Wartenweiler et al. 1964 ja 1965).

4. ONGELMAT JA HYPOTEEESIT

O 1 Millaisia korrelatiivisia tai muita yhteyksiä fyysisen toimintakykyisyyden (kunnan) ja yksinkertaista istumasta korokkeelle seisomaan nousu -liikettä mittaavien kinemaattisten variaabeleiden välillä esiintyy ja kuinka pysyviä mahdolliset yhteydet ovat toistetuissa mittauksissa?

H 1 Oletin, että erityisesti tehokkuutta ja ketteryyttä edustavat kuntovariaabelit korreloivat positiivisesti niihin liikesuorituksen variaabeleihin, jotka mittaavat nopeutta ja liikeratojen sujuvuutta sekä negatiivisesti niihin, jotka mittaavat nopeuden vaihtelua ja ratojen laaja-alaisuutta.

H 2 Oletin, että mainitut yhteydet säilyvät, ellei koetilanteessa tapahdu oleellisia muutoksia mittauskerrasta toiseen.

O 2 Mitä muutoksia liikesuorituksen variaabeleissa, niistä johdetuissa faktoreissa ja faktoripistemäärissä voidaan todeta koetilanteen kuluessa, jossa mittausten välillä kh:t suorittavat raskaan, 6 minuutin ergometrikokeen?

H 3 Oletin, että koetilanteessa tapahtuu liikesuorituksen nopeutumista, mutta samalla sen vaihtelevuuden sekä ratojen laaja-alaisuuden lisääntymistä.

O 3 Ovatko koetilanteen kuluessa liikesuorituksesta mitattavat muutokset erilaisia fyysiseltä kunnoltaan eritasoisilla koehenkilöillä?

H 4 Oletin, että koetilanteessa esiintyy fyysiseltä toimintakykyisyydeltään erityisesti tehokkuus- ja kestävyysmittauksissa alhaisia pistemääriä saaneilla henkilöillä eniten ja korkeita pistemääriä saaneilla vähiten suoritusten nopeutumista, nopeuden vaihtelun lisääntymistä sekä ratojen laaja-alaisuuden lisääntymistä.

5. MENETELMÄT

5.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 71 Jyväskylän yliopiston opettajainvalmistuslaitoksen ja 32 kansalaiskoulunopettajakurssin miesopiskelijaa, joista 19 jouduin jättämään tulosten käsittelyn ulkopuolelle, koska osa jäi saapumatta kuvaustilaisuuteen (13) ja osan tulokset olivat puutteelliset kuvauksessa sattuneiden häiriöiden takia. Lopulliset analyysit tehtiin siten 84 henkilöstä, joiden ikä vaihteli 254 - 429 kk. Nuoremman ja vanhemman ryhmän keskiarvojen ero yhdessätoista fyysisen kunnan muuttujassa testattiin t-testillä (two-tailed). Ryhmät erosivat tilastollisesti 5 %:n riskitasoa käytettäessä toisistaan painon, penkkipunnerruksen, käsinkohonnan ja työsykkeen suhteen nuoremman ryhmän ollessa parempi kahdessa jälkimmäisistä. Riippuvissa muuttujissa esiintyi kuitenkin vain yksi merkitsevä ero tällä riskitasolla (liite 1). Tästä syystä ja esianalyysina laskettujen korrelaatiomatriisien hyvän vastaavuuden perusteella katsoin osaryhmien kuuluvan samaan perusjoukkoon ja käsitteelin niitä yhtenä ryhmänä.

5.2 Liikesuoritus

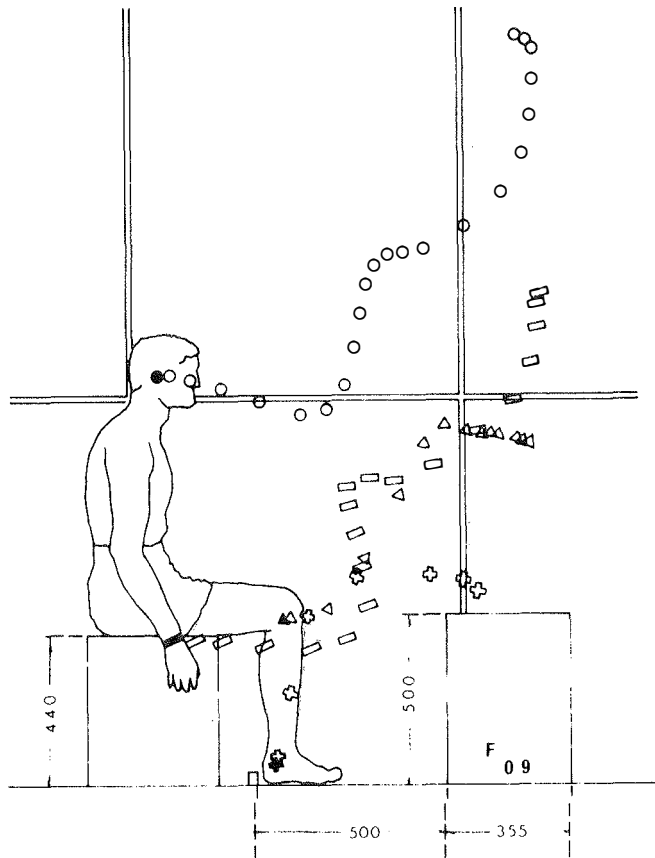
Kokeessa käytettävän liikkeen tuli olla yksinkertainen ja voimakkaasti automatisoitunut, koska satunnaisvaihtelut ja liik-

keen toistaminen (oppiminen) saattaisivat aiheuttaa vaikeasti tulkittavia muutoksia suoritustavassa (Takala 1963). Näiden ominaisuuksien lisäksi liikkeen tuli edetä likimain tasossa koska halusin käyttää 2-ulotteista, optista tallennustekniikkaa. Alkukokeiluja suoritettiin useilla nousu-, käynti- ja nostosuorituksilla erityyppisten vaihtoehtojen vertailemiseksi. Aikaisempien tutkimusten (Jones et al. 1959; Jones & Hanson 1961) ja esitutkimuksen (Kirjonen 1962) perusteella tuolilta istumasta nousu seisomaan edessä olevalle korokkeelle (kuva 2) täytti parhaiten asetetut vaatimukset.

Kuva 2

Figure 2

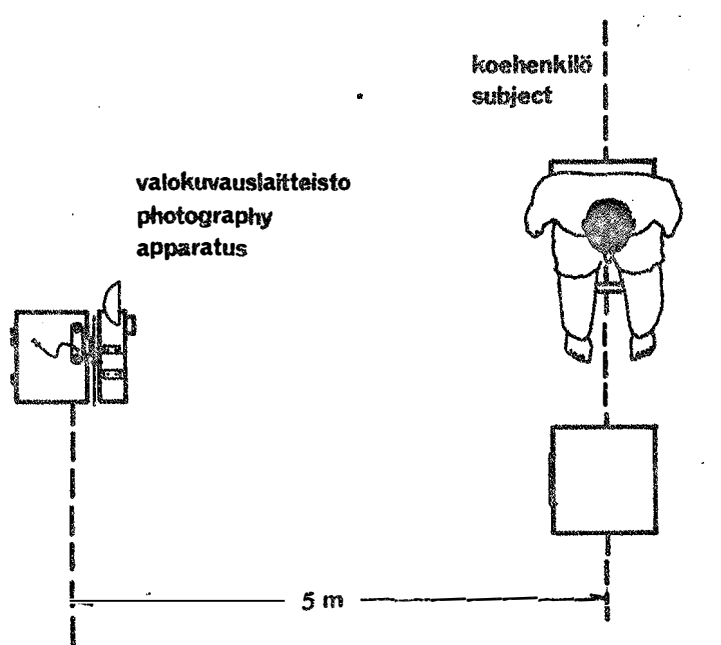
Liikkeen ja heijastinmerkkien osoittamien liikeratojen kaavio
Diagram of the movement pattern and the paths of reflecting marks



5.3 Liikkeen tallennus

Tallennus tapahtui ns. katkovalokuvauslaitteella (stroboscopic photography apparatus), joka oli rakennettu Jyväskylän yliopiston psykologian laitoksella Jonesin (Jones et al. 1958 a ja b) esikuvan mukaan. Laitteistoon kuului pienkamera, verkkovirralla toimiva stroboskooppien salamavalolaitte valokenno-ohjattuine salamavalokytkimineen, jonka ohjaus oli yhdistetty kameras objektiviin edessä tarkkuusmoottorin (2 kierr./s) pyörittämään 10-sektoriseen värisuodinkiekkoon. Kuvista suoritettavia mittauksia varten kiinnitettiin heijastinmerkit koehenkilön nilkkaan pohjeluun ulkokehrän kohdalle (malleolus fibulae), polven sivulle, nivelen keskikohdalle (articulus genus), ylemmän rannivelen ympärille (articulus radiocarpicus) sekä ulomman korva-aukon kohdalle (porus acusticus externus). Valokuvaus tapahtui käyttäen värikääntöfilmiä viiden metrin etäisyydeltä kuvattavasta henkilöstä kohtisuoraan päälleliikesuuntaa vastaan osittain pimennetyssä huoneessa (järjestelyt kuvassa 3). Kuvausten tuloksena saatiin neljän heijastinmerkin jättämät liikeradat (kuva 2), joissa toisiaan seuraavat merkit olivat värittyneet suodinsektoreita vastaavin värein. Värien käyttö helpotti eri kehonosien ajoituksen analysointia, koska sama liikevaihe tuli näkyviin samanväristen merkkijälkien keskinäisten suhteiden yhtäaikaisena muutoksena.

Saadut kuultokuvat suurennettiin ja jäljennettiin mikrofilmin lukulaitteen avulla valkoiselle kartongille.



Kuva 3

Figure 3

Kaavakuva liikkeen rekisteröinnin järjestelyistä

Diagram showing the arrangements for registering movement

5.4 Riippuvat muuttujat

Muuttujien valintaa silmällä pitäen otin huomioon motoriikan kuvauksen keskeisimmät dimensiot. Kinemaattisia muuttujia puh-
taimmin ovat mm. suoritus aika, liikkeen nopeus ja nopeuden
vaihtelu (Contini & Drillis 1966, 15-21). Muutamissa aikaisem-
missä tutkimuksissa (Jones et al. 1958 a ja b ja 1959; Jones
& Hanson 1961) on käytetty näitä dimensioita edustavia muuttu-
jia liikkeen kuvauksessa. Käsittely- ja hienomotoriikan tutki-
muksissa esiintyy tavallisesti suoritusajan ohella virheiden
määrää ja näiden korjaamista edustavia muuttujia (esimerkiksi
Fleishman 1958; French, J. W. 1951; Heinonen 1957). Olen esi-
tutkimuksessa kokeillut liikkeen nopeuden lisäksi joitakin su-
juvuutta, laaja-alaisuutta ja ajoitusta kuvaavia muuttujia,
jotka ovat luonteeltaan kinemaattisia.

Ilmaisuliiketutkimuksissa esiintyvistä ulottuvuuksista on Ta-
kala (1962 ja 1963; Takala & Partanen 1964) tarkastellut tär-
keimpiä ja tehnyt yhteenvedon mainiten kuusi dimensiota, jot-
ka useimmiten esiintyvät niissä. Nämä ovat liikkeen tempo,
tensio tai rytmihäiriöt, liikkeen laajuus, kulmikas, vs. kaa-
reva liikerata, liikkeen intensiteetti ja liikkeen vaihtelut
suhteessa pystysuoraan tasoon (taulukko 1).

Seuraavassa esitettyjä tämän tutkimuksen muuttujia valitessa-
ni käytin seuraavia kriteerejä: sisällön validius, mittauksen
pysyvyys, muuttujan erottelukyky ja pisteistykseen help-
pous.

Muuttujat:

1. Liikkeen kokonaisaika (pään liikeradasta)
2. Pään liikkeen keskimääräinen nopeus
3. Pään liikkeen osanopeuksien varianssi
4. Pään liikkeen laajuus
5. Pään liikeradan sujuvuus (arviointi)
6. Jalan liikkeen ajoitus suhteessa pään liikkeeseen
7. Käden käytön tehokkuus (arviointi)
8. Käden käytön ajoitus suhteessa pään liikkeeseen

Mittaukset muuttujien lukuarvoja varten suoritettiin kartongilla, jolle mikrofilmin lukulaitteella oli jäljennetty joka toinen 0.1 s:n aikavälejä vastaava merkkijälki. Tällä menettelyllä jakautuivat tulokset kaikissa mitattavissa muuttujissa vähintään kahteentoista luokkaan. Tätä tarkempi selvitys riippuvista muuttujista on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 1

Table 1

Riippuvien muuttujien ja aikaisemmin esitettyjen psykomotoriikan dimensioiden oletetut vastaavuudet.

The assumed connections between the dependent variables and the psychomotor dimensions.

Variaabeli Variable	liikkeen tempo tempo	tensio ja ryt- mihäiriöt tension	laaja-alaisuus areal factor	kulmikkaus vs. kaarevuus path angularity	liikkeen inten- siteetti intensity
Liikkeen kokonaisaika Motion time	x				
Pään keskim. nopeus Mean velocity	x				
Pään osanop. varianssi Motion velocity variability		x		(x)	
Liikkeen laajuus Width of path			x	(x)	
Liikeradan sujuvuus Smoothness of path	(x)			x	
Jalan liikkeen ajoitus Leg timing	(x)				(x)
Käden käytön tehokkuus Arm swing		x			(x)
Käden ajoitus Arm timing		x			(x)

1) (x) tarkoittaa toissijaista yhteyttä
(x) secondary association

5.5 Riippumattomat muuttujat

Valitsin fyysisen toimintakykyisyyden (kunnon) ja lihaskuormituksen muuttujat ongelman kannalta sellaisilta ulottuvuuksilta, jotka ensisijassa edustivat kuormituksen kannalta relevantteja, siis jalkojen toimintakykyisyyden faktoreita ja joista oli käytettävissä aikaisempaa tietoa. Fyysinen toimintakykyisyys on jaettu kahtia, kehon rakenteeksi ja motoriseksi kunnoksi, joita edustavat muuttujat pohjautuvat Pitkäsen (1964) ja Kirjosen-Pitkäsen (1964/65) tekemiin faktorianalyytisiin kuntotutkimuksiin. Lisäksi on otettu huomioon muutamien aikaisempien ulkolaisten tutkimusten tuloksia (Nicks & Fleishman 1962; Fleishman 1964). Faktoreista tulivat edustetuiksi mm. liikkumis- l. kehotehokkuus, ketteryys, rasituskestävyys, kestovoimakkuus ja liikuttamis- l. kohdetehokkuus (taulukko 2). Kuntokokeet on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 3.

Maksimaalisen hapenoton mittaustoimitus polkupyöräergometrillä toimi samalla kokeellisen asetelman vaikuttajana. Pyrkimyksenä oli nostaa sydämen syke rasitusjakson 5. ja 6. minuutin välillä vähintään 130 lyöntiin minuutissa. Arvioin käytettävän kuormituksen suuruuden koehenkilön kehonrakenteen ja kunkin itse ilmoittaman jatkuvan liikuntaharrastuksen laadun perusteella. Tämä tapahtui vasta koetilanteessa, koska esikokeisiin ei ollut mahdollisuuksia. 72 henkilöä suoritti työkokeen 900 kpm:n, 3 henkilöä 1200 kpm:n ja 11 henkilöä 600 kpm:n minuuttikuormituksella. Otin sydämen 5. ja 6. minuutin keskisykkinän, jota on nimetty työsykkeeksi, itsenäisenä variaabelina mukaan huolimatta sen ja hapenoton melko vahvasta teknisestä riippuvuudesta siitä syystä, että oletin sen vahvistavan ns. ikääntymiskomponenttia ja että se oli ainoa kuormituksen tason mitta.

Voimistelun ja urheilun arvosanat otin mukaan edustamaan koehenkilön yleistä "liikunnallisuutta" ja samalla arvioinnin yhteyksiä käytettyihin objektiivisiin muuttujiin.

Taulukko 2

Table 2

Fyysisen toimintakykyisyyden riippumattomat muuttujat ja niiden yhteydet aikaisemmin esitettyihin perusfaktoreihin.¹

The independent variables of physical effectiveness and their connections with some basic factors.¹

Variaabeli Variable	kehon rakenne body consti- tution	kestovoimakkuus duration strength	liikuttamis- tehokk. moving power	liikkumistehokk. running power	ketteryys agility	rasituskestä- vyys endurance
Kehon paino Weight	x					(x)
Kokonaispituus Height	x					
Pituus-istumapituus Height-Sitting height	x					
Käden puristusvoimakkuus Hand grip	(x)		x			
Vauhditon pituushyppy Standing broad jump				x	(x)	
Penkkipunnerrus Bench press		(x)	x			
Ketteryysjuoksu Agility run				(x)	x	
Käsinkohonta Chins		x	(x)			
Kyykkynotkistus Knee bend		x		(x)		
Maks. hapenotto Max.oxygen up take						x
Työsyke Working heart rate						x

1) (x) tarkoittaa toissijaista yhteyttä
(x) secondary association

Muuttujat:

1. Elinikä
2. Kehon paino
3. Kokonaispituus
4. Kokonaispituus miinus istumapituus
5. Käden puristusvoimakkuus
6. Vauhditon pituushyppy
7. Penkkipunnerrus
8. Ketteryysjuoksu
9. Käsinkohonta
10. Kyykkynotkistus
11. Maksimaalinen hapenotto epäsuoralla menetelmällä (Åstrand 1961)
12. Työsyke
13. Voimistelun arvosana
14. Urheilun arvosana

5.6 Koeasetelma

Ensimmäiseen mittausvaiheeseen ¹⁾ kuuluivat motorisen kunnan kokeet: käden puristusvoimakkuus, vauhditon pituushyppy, penkkipunnerrus, ketteryysjuoksu, käsinkohonta ja kyykkynotkistus, jotka suoritettiin ryhmäkokeina (liite 3 ja 4).

Kahden päivän kuluttua tästä alkoi noin viikon pituinen toinen mittausvaihe, jolloin mitattiin pituus, istumapituus ja paino sekä suoritettiin varsinainen koe seuraavan kaavan mukaisesti:

rakenne- mittauk- set	heijas- tinmerk- kien kiinni- tys	in- struk- tio	liikesuoritukset							työ- koe (fyys. rasi- tus)	1 epo tuko	liike- suori- tus kuvaus	
			1	2	3	4	5 kuvaus	6 ei kuv.	7 kuvaus				
2	2		5 - 6							2	6	1	$\frac{1}{2}$
likimääräinen aika minuutteina													

1) kaikki mittaukset suoritettiin 22.4.-6.5.1963

Liikesuorituskerrat olivat koehenkilön kannalta samanlaiset alkumerkkeineen ja valaistusolosuhteineen. Sama instruktio annettiin nauhoittimen avulla kullekin koehenkilölle (liite 5). Riippuvuus- ja muutosanalyysien suorittamiseksi katsoin, että kuvaukset viidennellä ja seitsemännellä kerralla sekä rasituksen jälkeen olivat riittäviä. Ennen ergometrityöskentelyä jokainen kh suoritti kolme tasajalkahyppyä n. 30 cm korkuisen esteen yli. Nämäkin liikkeet valokuvattiin siltä varalta, että edellisten liikkeiden tallennus epäonnistuisi. Samalla jälkimmäiset suoritukset toimivat edellisen liikkeen jättämän mielikuvan, liikekaavan mahdollisen vaikutuksen vähentäjinä vertailusuorituksissa.

5.7 Mittausten pysyvyysongelmia

5.7.1 Virhelähteet ja niiden välttäminen

Tallennukseen ja tulosten muokkaamiseen liittyviä virhemahdollisuuksia on monia jo pisteistykseen eri osavaiheissa:

1. Valokuvauslaitteen optiset ominaisuudet
2. Heijastinmerkkien kiinnitysten tarkkuus ja kesto
3. Koehuoneen valaistusolosuhteet
4. Lukulaitteen optiset ominaisuudet
5. Käsien tehtävä, liikeratoja osoittavien merkkien jäljentäminen
6. Kuvista käsin suoritettavat mittaukset

Optisten laitteiden heikkoudet ilmenevät ensi sijassa perspektiivin muutoksissa ja linssijärjestelmistä aiheutuviissa vääristymisissä. Pyrin eliminoimaan ne siten, että käytin mahdollisimman korkealuokkaisia ja lisäksi samoja laitteita koko tutkimuksen ajan. Kameran suuntaus ja filmien jäljentäminen vakioitiin kuvaustaustan merkkien avulla.

Heijastinmerkit kiinnitettiin laastarin avulla huolellisesti, sillä kiinnityksen lujuus joutui koetukselle työkokeen aikana mm. hikoilun vuoksi.

Stroboskoopin, jatkuvasti välähtelevän valon oletetaan joissakin tapauksissa vaikuttavan suoritukseen. Tunnettua on, että noin 10-15 krt/s välähtely saattaa joillakin henkilöillä "vangeita" alfa-rytmin (mm Gastaut & Fischer-Williams 1959, 335-336). Mahdollisen häiriövaikutuksen lieventämiseksi pidin huoneessa yllä heikkoa yleisvalaistusta ja käytin 20 jakson tiheyttä. Koska kytkin laitteesta virran heti jokaisen suorituksen jälkeen, välähtelyn kesto ei kerrallaan ylittänyt viittä sekuntia. Otaksuin, että tällaisiin järjestelyin valokuvaustilanne ei vaikuta haitallisesti liikesuoritukseen. Esimerkiksi Slak & Brožek (1965) eivät todenneet huomattavasti pitempiaikaisellakaan altistuksella tapahtuneessa havaintomotorisessa tehtävässä merkitseviä muutoksia välähtelyn vaikutuksesta.

5.7.2 Liikkeen mittausten pysyvyys

Liikesuorituksen mittausten pysyvyyttä on tarkasteltu koko koehenkilöjoukossa laskemalla kolmen mittauksen väliset korrelaatiot (taulukko 3), jolloin on huomattava, että mittauskertojen väli 1 - 2 oli noin minuutti ja 1 - 3 noin kymmenen minuuttia. Pysyvyyden numeeriseksi osoittajaksi olen valinnut tällä tavoin saatujen uusintamittauskertojen välisten korrelaatioiden keskiarvon. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon ne rajoitukset, jotka yleensä korrelaatiokertoimen käyttämisestä luotettavuuskertoimena ovat olemassa (Vahervuo 1956 II, 86-99).

Kohdepysyvyyttä (konstanssiutta) olen lisäksi tutkinut suorittamalla nopeusanalyysyjä. Valitsin näytteeseen kymmenen koehenkilöä, jotka pään liikeradan sujuvuuden arvion perusteella olivat toisistaan eniten poikkeavia tapauksia. Sujuvuuden arvion olin esikokeissa todennut korreloivan kaikkein voimakkaimmin muihin riippuviin muuttujiin, mikä oli valinnan perusteena. Nopeusanalyysissä käytin ns. autokorrelaation tekniikkaa (esim. IBM: IBM data acquisition system, 19-20). Vertasin 1/10 s:n välein mitattuja osanopeuksia suorituksesta toiseen siten, että asetin osanopeuksien huippuarvot eri kerroilla ajallisesti vastaamaan toisiaan ja näistä arvoista lukien muut arvot toinen toistensa vastineiksi. Mitatut osanopeudet luokitettiin käyt-

täen normaalistettua asteikkoa -3 - +3, jonka jälkeen laskettiin saatujen lukusarjojen väliset korrelaatiot jättämällä kuitenkin sarjojen päistä ne lukemat pois, joille ei tullut paria suoritusten eri pituisen keston vuoksi. Menetelmä on niin karkea, että se antaa aina "todellista" samanlaisuutta vain likimääräisesti kuvaavan indeksin, jättäen ottamatta huomioon mm. liikkeen ajoituksen rytmin kokonaisajaltaan eripituisissa suorituksissa. Taulukossa 4 esitetään saadut korrelaatiokertoimet ja niiden keskiarvot näytteen osalta. Esimerkkitapausten nopeuden muutoskuvaajat on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 3

Table 3

Liikesuoritusmittausten väliset korrelaatiot ja niiden keskiarvot (riippuvat variaabelit)

The correlation coefficients between measurements and the means of coefficients (dependent variables).

Variaabeli Variable	Mittauskerrat Measurement			Keskiarvot Means
	1/2	1/3	2/3	
1. Liikkeen kokonaisaika Motion time	.86	.72	.71	.76
2. Pään keskim. nopeus Mean velocity	.78	.68	.67	.71
3. Pään osanop. varianssi Motion velocity variability	.48	.49	.50	.49
4. Liikkeen laajuus Width of path	.68	.61	.64	.64
5. Liikeradan sujuvuus Smoothness of path	.82	.78	.73	.78
6. Jalän liikkeen ajoitus Leg timing	.78	.75	.72	.75
7. Käden käytön tehokkuus Arm swing	.80	.64	.61	.68
8. Käden ajoitus Arm timing	.84	.65	.63	.71

Mikäli halutaan arvioida mittauksen reliäbeliutta, voidaan se tehdä esimerkiksi nopeuden kohdalla siten, että jaetaan nopeuden keskimääräinen pysyvyyskerroin lasketulla keskimääräisellä konstanssikertoimella (taulukko 4), jolloin saadaan tulokseksi .91 (Vahervuo 1956 II, 96-99).

Tarkastelun perusteella on mittausten pysyvyys mielestäni riittävä tähän tutkimukseen.

Taulukko 4

Table 4

Esimerkkejä liikkeen sujuvuudeltaan erilaisiksi arvioitujen henkilöiden pään osanopeuksien autokorrelaatioista.

Some examples on the autocorrelations of head motion velocities in subjects with different levels of smoothness of motion path.

Koehenkilö Subject	Liikeradan sujuvuuden arvio Smoothness of path			Autokorrelaatiot Autocorrelations			Keskiarvot Means	
	No	Mittaus Measurement			1./2. 1./3. 2./3.			
		1.	2.	3.	1./2.	1./3.		2./3.
EF13(77)	+3	+2	+3	.80	.89	.75	.81	
F13(88)	+3	+4	+4	.97	.67	.69	.78	
F09(85)	+4	+3	+2	.70	.74	.45	.63	
F16(91)	-3	-3	-3	.92	.86	.75	.84	
F03(80)	-4	-3	-4	.66	.91	.77	.78	
B14(30)	-4	-4	-4	.89	.80	.72	.80	
D06(45)	0	0	0	.90	.88	.82	.87	
D13(48)	0	0	0	.89	.86	.70	.82	
D18(53)	0	0	0	.87	.81	.71	.80	
DE18(67)	0	0	0	.53	.59	.82	.65	
keskiarvojen keskiarvo								
Total mean								.78

5.7.3 Arviointien pysyvyys

Pään liikeradan sujuvuuden ja käden käytön tehokkuuden pistemäärät perustuvat liikeradan muodosta ja suunnasta tehtyihin subjektiivisiin arviointeihin. Edellisessä tapauksessa kaksi arvioitsijaa sopi etukäteen käytettävistä kriteereistä (liite 7), jonka jälkeen kumpikin suoritti liikeratojen arvioinnin kaksi kertaa. Kun laskettiin korrelaatiot eri kertojen ja arvioitsijoiden välillä, voitiin todeta, että saman henkilön kahden arvioinnin väliset kertoimet vaihtelivat välillä .84 - .94 ja henkilöiden väliset taas .76 - .78. Pysyvyyden lisäämiseksi summattiin toisen arviointikerran tulokset lopulliseksi pistemääräksi. Spearman-Brownin ennustuskaavan avulla (Vahervuo 1956 II, 81) arviointien summan reliabeliuden estimaatiksi saatiin .87.

Käden käytön tehokkuuden pistemäärät perustuvat yhden arvioitsijan riippumattomien arviointien tuloksiin (normitaulu liitteessä 8). Lopulliseksi pistemääräksi otin kolmesta arviointikerrasta vähintään kahdesti esiintyneen pistemäärän (arviointien väliset korrelaatiot vaihtelivat .85:stä .90:ään).

6. TULOKSET

6.1 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisena päämenetelmänä oli faktorianalyysi. Suurin osa analyyseistä laskettiin IBM-1130 tietokoneelle laaditulla Statistical System -kirjasto-ohjelmalla, joka käyttää primääritietoja ja tulostaa mm. tulomomenttikorrelaatiot, pääakseli-faktoroinnin tulokset, varimax-rotation, vinon rotation (ns. Promax) sekä faktoripisteet kullekin koehenkilölle faktoreittain (IBM 1967; Harman 1967). Kommunaliteettien estimointimenetelmäksi valitsin neliöidyn multippelikorrelaation (SMC) menetelmän (Harman 1967, 86-88). Lisäksi laskettiin kahden tekijän -toistettujen mittausten -varianssianalyysijä (Winer 1962, 302-318).

Aineistosta lävistettiin kahdet eri reikäkortit, toisissa yksi kortti kunkin koehenkilön kaikkia tuloksia varten ja toisissa kortti kutakin mittauskertaa varten (3 korttia). Lävistykset tarkastettiin identtisiksi. Kaikki faktori- ja varianssianalyysit laskettiin kahdesti.

6.2 Lineaarisuuden tarkistaminen

Valittujen tilastomenetelmien takia tarkastettiin pääanalyysien riippumattomien ja riippuvien muuttujien välisten regressioiden suoraviivaisuudet käyttämällä McNemarin (1959, 268-275) varianssianalyyttistä testiä sekä laskemalla Haysin (1965, 540-550) kertoimet assosiaation suora- ja käyräviivaisen komponentin voimakkuudelle. Valtaosassa kaikista yhteyksistä (yhteenvedo liitteenä 9) käyräviivaisuuden tarkastelu antoi negatiivisen tuloksen. Joissakin tapauksissa käyräviivainen malli selitti yhteyden voimakkuudesta 10-19 %. Näistä selvimpiä olivat painon, pituuden ja penkkipunnerruksen yhteydet ajoituksen ja liikevarmuuden muuttujiin. Koska mikään käyräviivaiseen suhteeseen viittaava yhteys ei osoittautunut vahvaksi eikä systemaattisesti toistuvaksi perättäisillä mittauskerroilla, perusteet joidenkin muuttujien hylkäämiseksi lineaarisin mallein tapahtuvasta tilastollisesta käsittelystä olivat mielestäni riittämättömät.

6.3 Tulokäsittelyn strategia

Tulokäsittelyn suunnitelmana oli pyrkiä tarkastelemaan ilmiöitä ja ilmiöiden välisiä suhteita riippumattomista variaabeliryhmistä lähtien aluksi kuvauksen yleisimmällä tasolla (faktori/faktori) ja siirtymällä tästä edelleen spesifisemmille tasoille (faktori/variaabeli ja variaabeli/variaabeli) erityisesti niissä tapauksissa, joissa ilmiön kapea-alaisuus tai intensiteetin heikkous estää sen ilmenemisen kompleksisissa yhteyksissä. Tilastollinen käsittely eteni siten ongelmajärjestyksessä, jolloin riippumattomien ja riippuvien variaabeleiden väliset rakenneanalyysit muodostivat perustan koetilanteessa tapahtuneiden muutosten selvitykselle, joka suoritettiin varianssianalyysin.

6.4 Fyysisen toimintakykyisyyden ja liikesuorituksen yhteydet

Faktorianalyysien lähtökohtana oli riippumattomien ja riippuvien muuttujien interkorrelaatiomatriisi (taulukko 5, yläosa). Variaabelit valittiin silmällä pitäen kummankin ryhmän välisten yhteyksien pelkistämistä hylkäämällä toisistaan teknisesti riippuvien parien toisesta johdettu (pituus-istumapituus ja maksimaalinen hapenotto) ja samaa ominaisuutta epätarkemmin mittaava (käden käytön tehokkuus) jäsen. Kutsun ensivaiheessa laskettuja faktorianalyysejä ensimmäiseksi, toiseksi ja kolmanneksi pääanalyysiksi sen mukaan kuinka monennesta riippuvien muuttujien mittauskerrasta on kysymys. Elimistön toimintakykyisyyden ja liikesuorituksen välisen yhteyksien tarkastelun runko muodostuu ensimmäisestä ja toisesta pääanalyysistä. Faktorointi (liite 10) lopetettiin kahdeksan faktorin jälkeen. Kokeilluista rotaatioista valitsin kuuden faktorin ratkaisut tulkinallisesti parhaimpina (taulukko 6), samalla kun näiden avulla rakentui malli, joka selitti 100 % alkukommunaliteetista. Noudatin samaa periaatetta myös osa-analyysien rotaatiovalinnoissa (Harman 1967, 166-169).

6.4.1 Pääanalyysien faktorit ja niiden tulkinta

1. Faktori. Monilta toimintakykyisyyden eri muuttujilta saadut lataukset edustivat Yleistä voimakkuus-tehokkuus tekijää, YVT (viittaa faktoriin dynamic strength, Fleishman 1964). Käsinkohongan, penkkipunnerruksen sekä voimistelun arvosanan voimakkaat painokertoimet kummassakin ratkaisussa viittasivat yläraajojen toistosuoritukseen ja kestovoimakkuuteen. Melko puhdas tehokkuussuoritus oli taas vauhditon pituushyppy. Ensimmäisen pääanalyysin promax-rotation primaarifaktoreiden interkorrelaatioista olikin korkein tämän faktorin ja liikkumistehokkuuden välinen (taulukko 6).

2. Faktori. Tätä faktoria edustivat ensimmäisessä analyysissä suoritusaika, pään liikeradan sujuvuus sekä käden ajoitus suhteessa pään liikkeeseen. Toisessa analyysissä tulos oli sama käden ajoituksen menettäessä kuitenkin merkitystään. Ajankäytön variaabeleiden hallitsevan aseman vuoksi valittiin nimeksi liikkeen Tempo, T.

3. Faktori. Voimakkaat painokertoimet painolta, pituudelta ja puristuskokeelta antoivat perusteen kutsua faktoria Kehon rotavuudeksi, KR. On huomattava, että siihen näissä analyyseissa liittyivät tyypilliset lihasmassasta riippuvat ja aikaisempien tutkimusten (mm. Fleishman 1964, 58-75: Static strength) perusteella liikuttamistehokkuutta edustavat suoritukset penkkipunnerrus ja käden puristus. Liikuttamistehokkuus ei pääanalyysissa kuitenkaan muodostanut omaa faktoria.

4. Faktori. Pään osanopeuksien varianssin ja liikeradan laajuuden painokertoimet hallitsivat tätä faktoria. Liikuntaelimistön muodostaman vipujärjestelmän runsas ja laaja-alainen vs. niukka ja kapea-alainen toiminta ilmeni selvänä näissä pään radasta lasketuissa variaabeleissa. Riippumattomista muuttujista pituus tuli johdonmukaisesti kaikissa analyyseissa myös esille olleen selitettävissä lähinnä liikeradan laajuuden välityksellä. Nimesin faktorin Raskasliikkeisyydeksi, RL. Näyttää siltä, että pituuden vaikutus oli varianssi- ja laajuusmuuttujassa eräänlaista teknistä riippuvuutta luova (vrt. varianssianalyysit).

5. Faktori. Tämä tekijä keräsi yhteen yleiset kehitysmuuttujat kuten iän ja painon, mutta myös suoritusten heikentymisestä kielivät työsykkeen ja vauhdittoman pituushypyn (negatiivisena). Penkkipunnerrus oli painon välityksellä mukana positiivisena. Nimeksi faktorille tuli Ikääntyminen, I. Faktori kuvastanee khjoukon ikäjakautuman laajuutta ja erityisesti sen iäkkäämpää päätä, josta ilmeisesti suurin osa muodostui liikunnalliset harastukset jättäneistä henkilöistä (ks. liite 1; erot toimintakykyisyydessä).

6. Faktori. Tämä ensimmäisen analyysin faktori muodostui jalcojen lyhytaikaisia suorituksia mitanneista muuttujista kuten

ketteryysjuoksusta, vauhdittomasta pituushypystä ja kyykkynotkistuksesta sekä liikunnan arvosanoista, joista urheilu oli hallitseva. Nimitin faktorin Liikkumistehokkuudeksi, LT (Kirjonen - Pitkänen 1964/65: keho- eli liikkumistehokkuus; Fleishman 1964: explosive strength).

7. Faktori. Toisen analyysin ratkaisu poikkesi ensimmäisestä ja antoi tulokseksi käden ajoituksen positiivisesti ja urheilun arvosanan sekä jalan ajoituksen negatiivisesti lataaman eräänlaisen epäonnistuneen ajoituksen tai Jäykkäliikkeisyyden, JL faktorin. Koska sitä ei kuitenkaan tullut esiin muissa ratkaisuissa, pidin sitä tulkinnallisesti epävarmana.

Näiden analyysien ratkaisuissa muuttujat ryhmittivät selvästi erilleen, fyysisen kunnon ja liikesuorituksen faktoreiksi. Vinkulmaisissa ratkaisuissa (promax) Ikääntyminen korreloi lievästi Tempoon ja Raskasliikkeisyyteen yhteyden muodostuessa kuitenkin vain epäsuorasti penkkipunnerruksen ja pituushypyn kautta.

Taulukossa 7 on kaikkia pääanalyysien varimax-rotaatioiden tuloksia vertailtu kongruenssikertoimien avulla (Harman 1967, 272). Siitä käy ilmi eri mittauskertoja edustavien ratkaisujen varsin korkea-asteinen vastaavuus ja pysyvyys.

Taulukko 7

Table 7

Pääanalyysien samanlaisuuden astetta edustavat kongruenssikertoimet.

Coefficients of congruence measuring the degree of factorial similarity in the main analyses.

2. mittaus						3. mittaus					
96	-16	-02	20	-03	06	85	-15	-15	18	-13	86
-14	94	08	-28	-14	22	-04	96	08	-05	-19	-26
05	-06	99	-10	28	17	mittaus	21	-01	97	-14	-14
19	-46	-18	95	19	25	27	-34	-14	88	-01	21
-11	-14	-06	11	95	-01	07	-16	13	07	94	-17
85	-30	04	-05	-04	53	39	-20	02	16	-04	93
2. mittaus											
94	-14	-09	15	-10	77						
-30	93	-04	-20	-13	-02						
-02	01	95	-23	-23	17						
06	-26	-14	85	-05	30						
-14	18	33	11	81	18						
-27	-11	-24	-31	10	04						

6.4.2 Osa-analyysit

Hyvin erityyppisten variaabeleiden sisällyttäminen samaan faktorianalyysiin voi aiheuttaa niiden ryhmittymisen yleisten, kunkin ryhmän sisäisten piirteiden perusteella ilman, että spesifiset tai intensiteetiltään verraten heikot ilmiöiden väliset yhteydet lainkaan tulevat näkyviin. Yksi mahdollisuus analyysin syventämiseksi on suorittaa faktoroinnit ensin kunkin ryhmän sisällä niille ominaisten kuvausmallien löytämiseksi ja selvittää saatujen komponenttien yhteyksiä käyttämällä jatkoanalyyseissa rinnakkain faktoripisteitä yhdessä variaabelipisteiden kanssa.

Tilastollista käsittelyä jatkettiin suorittamalla faktoroinnit erikseen riippumattomilla ja riippuvilla variaabeleilla, minkä jatkoksi kummankin rotaatiotuloksen perusteella kullekin kh:lle laskettiin faktoreittain pistemäärät. Kutsun näitä analyysejä osa-analyyseiksi. Riippumattomat eli fyysisen toimintakykyisyyden muuttujat ryhmittyivät viideksi faktoriksi, joista kaksi oli samoja pääanalyysien antamien faktoreiden kanssa (taulukko 8).

1. Faktori. Yleinen voimakkuus - tehokkuus, YVT. Merkitsevimmät painokertoimet olivat käsinkohonnalla, voimistelun arvosaamalla ja vauhdittomalla pituushypyllä.

3 a. Faktori. Pituus, P. Faktori muodostui pituuden ja pituusmiinus istumapituuden voimakkaista sekä kehon painon heikohkosta painokertoimista. Pääanalyysin Rotevuuteen verrattuna pituuden merkitys oli lisääntynyt ja painon vähentynyt samoin kuin puristusvoimakkuuden ja penkkipunnerruksenkin.

5 a. Faktori. Kestävyys, K. Faktori sai latauksensa maksimaaliselta hapenotolta ja työsykkeeltä sekä osittain iältä. Edellisten tekninen riippuvuus haittaa pitävää tulkintaa vaikka faktori muuten vastaa aikaisempia olettamuksia (Kirjonen - Pitkänen 1964/65).

9. Faktori. Kehon painon, penkkipunnerruksen ja käden puristusvoimakkuuden lataukset karakterisoivat tätä faktoria. Kysymyk-

sessä onkin ilmeisesti Liikuttamistehokkuus, LTT (Kirjonen - Pitkänen 1964/65: kohde- eli liikuttamistehokkuus), joka edustaa ulkoiseen objektiin kohdistettavaa lyhytaikaista isotoniasta tai -metrista lihassupistusta.

6. Faktori. Liikkumistehokkuus, LT. Faktori muodostui jalokojen lyhytaikaisia suorituksia mitanneista muuttujista: ketteryysjuoksusta, vauhdittomasta pituushypystä sekä lisäksi liikunnan arvosanoista. Faktori oli käytännöllisesti katsoen sama kuin ensimmäisen pääanalyysin kuudes faktori. Näitä viittä riippumattomien variaabelien perusteella lasketun osa-analyysin faktoria käytettiin luokittavina tekijöinä laskettaessa riippumattomien ja riippuvien muuttujaryhmien välisiä varianssianalyysyjä.

Riippuvien variaabelien osa-analyysi suoritettiin siten, että jokainen kolmesta mittauskerrasta kullakin koehenkilöllä käsiteltiin erillisenä havaintonaan, jolloin niiden lukumääräksi tuli 3×84 eli 252. Näin menetellen eri mittauskertojen tulokset voitiin käsitellä yhdessä saman faktoroinnin ja rotaation yhteydessä, jolloin mm. faktoripisteet tulivat keskenään vertailukelpoisiksi. Analyysistä saatiin kolme tulkittua faktoria, joista kaksi esiintyi jo pääanalyyseissäkkin (taulukko 9).

2. Faktori. Tempo, T. Faktoria luonnehtivat liikeajan, liikkeen keskinopeuden ja radan sujuvuuden voimakkaat osuudet, jotka tulkinnallisesti muodostavat jo pääanalyyseissäkkin esiintyneen selkeän nopeusfaktorin.

10. Faktori. Apuliikkeet, AL. Merkittäviä painokertoimia oli vain kahdella variaabelilla, käden käytön tehokkuudella ja käden käytön ajoituksella, jotka kuvasivat käden suhteellisen aikaista ja voimakasta eteen heilautusta. Koska nämä muuttujat oli saatu täysin erilaisin menetelmin ja koska kertoimet olivat varsin vahvat, voidaan tulkintaa mielestäni perustella huolimatta faktorin spesifisyydestä ja kapeudesta.

4. Faktori. Raskasliikkeisyys, RL. Pään osanopeuksien varianssin ja liikeradan laajuuden painokertoimet hallitsivat tätä faktoria, jonka rakenne oli sama kuin pääanalyysissäkin.

Kun kummankin osa-analyysin perusteella laskettiin kullekin koehenkilölle faktoripisteet, voitiin tutkia variaabelipisteiden ja faktoripisteiden välisiä riippuvuuksia panemalla kaikki tiedot samaan analyysiin. Sen tuloksena saatiin kertoimia, jotka on esitetty korrelaatioiden kokoomataulukossa 5 ja jotka antavat lisäselvitystä riippumattomien ja riippuvien muuttujaryhmien välisistä yhteyksistä ja niiden muutoksista.

Pääanalyysien vinojen ratkaisujen perusteella oli odotettavissa (taulukko 6), että RL:llä ja T:lla olisi ollut lievätköjä yhteyksiä kuntofaktoreihin. Faktoriryhmien välisistä korrelaatioista olikin korkein P:n ja RL:n välinen kerroin, jonka arvot olivat perättäisillä mittauskerroilla: .47, .43 ja .36. Tämän lisäksi noin .20 suuruisia kertoimia oli todettavissa välillä K ja AL (negatiivinen yhteys), YVT ja T sekä LT ja T (positiivinen yhteys) niiden ollessa samalla 5 % tilastollisen merkitsevyydestason alarajoilla.

Nopea suoritus näytti edellyttävän keskimääräistä parempia testiarvoja useimmissa tehokkuutta edustavien faktoreiden mitauksissa. Käden liikkeiden keskimääräistä runsaampaa käyttöä voi päätellä esiintyneen heikohkon kestävyuden ja heikohkot liikuntanumerot omaavilla henkilöillä.

Tutkimukseen valitut muuttajat edustivat ilmeisesti niin spesifejä motoristen suoritusten alueita, ettei voimakkaita, faktoritason yhteyksiä syntynyt. On lisäksi todettava, että instruktiossa korostettiin vapaalla tempolla, "luonnollisesti" tapahtuvaa liikesuoritusta, jossa fyysisen kunnon osuus muiden mahdollisten tekijöiden rinnalla oli vähäinen. Osittain samoista syistä ja siksi, että koesuoritus valittiin mahdollisimman yksinkertaisten ja totuttujen liikkeitten joukosta, analyysistä saadut faktorirakenteet olivat erittäin yhdenmukaisia ja pysyviä 1. ja 2. pääanalyysissä.

Osa-analyyseihin pohjautuvien faktoripisteiden perusteella laskettujen korrelaatioiden korkein, P:n ja RL:n välinen positiivinen kerroin johtuu suurelta osalta siitä, että pitkien henkilöiden mittaluvut ovat faktorin kärkimuuttujissa systemaattisesti suurempia kuin pienten henkilöiden. Pitempien vipuvarsien liikkeet ovat fysikaalisesti laajempia ja matkaa sekä vaihtelua edustavat arvot absoluuttisesti suurempia kuin lyhyempien vipujen liikkeistä lasketut.

Huolimatta siitä, että faktoritasolla ei riippuvien ja riippumattomien ryhmien välillä esiintynyt merkitseviä yhteyksiä, yhdenmukaisimpia korrelaatioita 1. ja 2. mittauskerralla faktori/variaabelitasolla olivat K:n ja käsien liikkeitä edustavien (yhteys negatiivinen) sekä LT:n ja LTT:n ja liikkeen nopeutta edustavien variaabeleiden pienehköt kertoimet. Nämä riippuvuudet, jotka vaihtelivat merkitsevyyden alarajan tienoilla, osoittivat viitteellisesti kestävyydeltään korkeita pistemääriä saaneiden käyttäneen nousussa käsien heilautusta keskimääräistä vähemmän. Toisaalta nopea suoritus näytti liittyneen korkeisiin tehokkuuspistemääriin keskimääräistä useammin, mikä saattoi heijastaa paitsi kykyeroja myös opittua tapaa reagoida suoritustilanteissa.

Ensimmäisen ja toisen pääanalyysin tulokset eivät tukeneet olettamusta H 1 tarkastelun yleisimmällä eli faktoritasolla. Fyysisen toimintakykyisyyden ja liikesuorituksen variaabelit ryhmittäytyivät spesifeiksi faktoreiksi ilman merkittäviä ylimenoja. Myöskään ei voitu todeta kuin lieviä olettamuksen suuntaisia korrelaatiokertoimia tehokkuusfaktoreiden ja liikesuoritusvariaabeleiden välillä. Variaabelitasolla tulos oli sama. Olettamus H 2 sai tuloksista tukea, sillä muodostuneet faktorirakenteet osoittautuivat varsin pysyviksi. Kuuden faktorin ratkaisussa viisi faktoria toistui samoina jokaista koetilanteen kuluessa suoritettua mittauskertaa vastanneissa analyyseissa. Yksityisten variaabeleiden väliset korrelaatiokertoimet säilyivät likimain samansuuruisina myös kolmannen mittauskerran tuloksissa.

Teulukko 8. Rotatoidut faktorimatriisit: varimax- ja promaxratkaisu sekä vinojen primaarifaktoreiden väliset korrelaatiot. Osa-analyysi, riippumattomat muuttujat.

Table 8. Rotated factor matrices: varimax and promax solution and correlations between oblique primary factors. The partial analysis, independent variables.

	V a r i m a x						P r o m a x				
	1.	3a.	5a.	9.	6.	h ²	1.	3a.	5a.	9.	6.
Elinikä Age	-31	12	-30	-26	01	28	-38	18	-21	-27	09
Kehon paino Weight	-38	-40	-09	-72	-02	84	-38	-25	01	-72	03
Kokonaispaino Height	-09	-91	10	-16	-02	88	-01	-92	01	-07	06
Pituus-istumapituus Height-Sitting height	-04	-89	06	-00	-09	80	08	-93	-07	08	-02
Käden puristusvoimakk. Hand grip	16	-29	08	-37	13	26	19	-25	07	-36	04
Vauhditon pituushyppy Standing broad jump	57	-23	07	-08	53	66	50	-30	-01	01	41
Penkkipunnerrus Bench press	34	10	-09	-77	22	78	38	18	-01	-81	-06
Ketteryysjuoksu Agility run	-25	01	00	00	-64	46	-02	05	01	-11	-70
Käsinkohonta Chins	82	07	08	-05	28	77	91	-01	-01	-05	-05
Kyykkynotkistus Knee bend	34	21	05	-20	43	38	22	22	08	-18	32
Työsyke Working heart rate	14	17	-83	10	15	76	15	04	-86	15	15
Maks. hapenotto Max.oxygen up take	20	04	84	14	20	81	08	10	84	14	18
Voimistelun arvosana Mark in gymnastics	57	17	-06	-12	34	48	56	12	-10	-11	13
Urheilun arvosana Mark in other sports	08	04	00	-12	65	44	-20	05	04	-01	76
Ominaisarvot Eigenvalues	3.2	2.2	1.7	0.9	0.5						
% kokonaisvarianssista % of total variance	14.1	14.6	10.8	10.3	11.6	61.4					

Faktorit: Factors:	Vinojen faktoreiden väliset korr. Corr. between oblique factors			
1. Yleinen voimakkuus-tehokkuus YVT General strength-power GSP	YVT	P	K	LTT
3a. Pituus P Height H	GSP	H	E	MP
5a. Kestävyys K Endurance E	P	H	-22	
9. Liikuttamistehokkuus LTT Moving power MP	K	E	16	21
6. Liikkumistehokkuus LT Running power RP	LTT	MP	02	19
	LT	RP	63	-14
			02	28

Taulukko 9. Rotatoidut faktorimatriisit: varimax- ja promaxratkaisu sekä vinojen primaarifaktoreiden väliset korrelaatiot. Osa-analyysi, riippuvat muuttujat.

Table 9. Rotated factor matrices: varimax and promax solution and correlations between oblique primary factors. The partial analysis, dependent variables.

	V a r i m a x				P r o m a x		
	2.	10.	4.	h ²	2.	10.	4.
Kokonaisaika Motion time	-95	-15	04	91	-96	01	04
Pään keskim. nopeus Mean velocity	78	14	46	85	86	-03	48
Pään osanopeuksien varianssi Motion variability	-02	11	60	37	05	06	60
Liikkeen laajuus Width of path	-17	03	69	51	-08	-01	70
Liikeradan sujuvuus Smoothness of path	71	16	-35	65	67	07	-36
Jalan liikkeen ajoitus Leg timing	17	-03	-07	03	17	-06	-06
Käden käytön tehokkuus Arm swing	01	82	16	70	-06	83	09
Käden liikkeen ajoitus Arm timing	14	83	01	71	05	84	-06
Ominaisarvot Eigenvalues	2.3 1.4 1.0						
Prosenttia kokonaisvariانسsista Percent of total variance	26.2 17.8 15.1 59.1						

Faktorit: Factors:	Vinojen faktoreiden väliset korrelaatiot Corr. between oblique factors
2. Tempo T Tempo of motion TM	T AL TM AM
10. Apuliikkeet AL Auxiliary arm movements AM	AL AM 26 RL HM 12 14
4. Raskasliikkeisyys, RL Heaviness of motion HM	

6.5 Rasituksen vaikutusten ilmeneminen liikesuorituksessa

6.5.1 Faktorirakenteet

Tarkastelu kohdistui riippuviin muuttujiin ja niiden välisistä yhteyksistä johdettuihin faktoreihin; erityisesti kiinnitettiin huomiota muutoksien toisen ja kolmannen mittauskerran välillä. Lasketuista tunnusluvuista oli mahdollista saada alustavaa, muutosten suuntia koskevaa tietoa (liite 11).

Kolmannen pääanalyysin (taulukko 10) rotaatiotulos oli viiden faktorin osalta sama kuin muissa pääanalyyseissa (ks. kongruenssikertoimia, taulukko 7).

1. Yleinen voimakkuus-tehokkuus, YVT. Faktori oli tulkittavissa samaksi kuin 1. pääanalyysissä. Latauksista penkkipunnersuuden osuus oli vähentynyt selvästi, käsinkohonnan jonkin verran, sillä molemmat siirtyivät määrittämään uutta faktoria. Rotaation muuttunut tulos lienee osaltaan seurausta 5. faktorin vahvistumisesta, koska ratkaisuihin ei muuten näiden faktorien osalta graafisen tarkastelun perusteella näyttänyt olevan suuria eroja.

2. Tempo, T. Sama kuin 1. analyysissä.

3. Kehon rotevuus, KR. Sama kuin 1. analyysissä.

4. Raskasliikkeisyys, RL. Faktorin painokertoimista liikeradan sujuvuus oli pienentynyt ja käden ajoitus taas kasvanut ensimmäiseen analyysiin verrattuna. Muuten tulkinta oli sama. Verrattuna toisen analyysin tulokseen oli todettavissa samantapaisia vähäisiä muutoksia, jotka eivät vaikuttaneet tulkintaan.

5. Ikääntyminen, I. Faktori vahvistui mm. työsykkeen painoker-toimen osalta. Lisäksi sille antoivat latauksia uudet muuttu-jat, pään osanopeuksien varianssi ja käden ajoitus. Nämä eroa-vuudet saattavat olla osoituksena fyysistä kuormitusta sisäl-täneessä koetilanteessa eri henkilöillä eritasoisena esiintyvistä muutoksista.

Taulukko 10. Rotatoidut faktorimatriisit: varimax- ja promaxratkaisu sekä vinojen primaarifaktoreiden väliset korrelaatiot. Kolmas pääanalyysi.

Table 10. Rotated factor matrices: varimax and promax solutions and correlations between oblique primary factors. The third main analysis.

	V a r i m a x							P r o m a x					
	1.	2.	3.	4.	5.	8.	h^2	1.	2.	3.	4.	5.	8.
Elinikä Age	-13	12	15	02	57	00	36	-16	01	20	02	58	02
Kehon paino Weight	-13	04	81	02	17	00	70	-09	-02	83	-02	20	02
Kokonaispituus Height	-02	03	63	45	-34	-09	72	14	04	61	42	-31	-06
Käden puristusvoimakkuus Hand grip	19	-01	52	-09	-14	28	41	16	-02	49	-09	-12	26
Vauhditon pituushyppy St. broad jump	74	14	09	00	-24	20	67	73	13	10	02	-21	11
Penkkipunnerrus Bench press	16	05	31	-06	21	61	54	00	-03	29	-01	25	64
Ketteryysjuoksu Agility run	68	17	-02	-01	05	-05	50	71	12	04	01	07	-14
Käsinkohonta Chins	61	04	-26	08	-21	57	82	49	04	-30	17	-18	55
Kyykkynotkistus Knee bend	51	11	-06	-13	10	24	36	43	06	-04	-09	12	19
Työsyke Working heart rate	18	04	-21	02	45	09	29	12	-05	-16	06	47	09
Voimistelun arvosana Mark in gymnastics	58	-06	-17	-13	-08	30	48	52	-08	-18	-08	-06	24
Urheilun arvosana Mark in other sports	59	-08	12	-07	11	-08	39	64	-14	18	-06	14	-17
Liikkeen kokonaisaika Motion time	-18	-84	01	-03	-10	-03	75	-08	-82	-02	-01	-07	-02
Pään osanopeuksien varianssi Motion variability	-01	06	00	63	38	02	54	05	-04	04	67	42	10
Liikkeen laajuus Width of path	-16	-11	04	69	-11	-05	53	-03	-11	02	71	-08	03
Liikeradan sujuvuus Smoothness of path	20	80	-04	-14	-08	00	71	10	83	-03	-17	-13	-03
Jalan liikkeen ajoitus Leg timing	-08	33	15	-04	08	06	15	-14	32	15	-05	07	08
Käden ajoitus Arm timing	-02	39	-14	24	26	-08	30	-04	36	-10	24	26	-05
Ominaisarvot Eigenvalues	2.6	1.7	1.6	1.2	1.1	1.0	<u>9.26</u>						
% alkukommunaliteetista % of starting communality	29.0	19.0	17.8	13.4	12.3	11.1	<u>102.6</u>						
													Alkukommunalit: Starting communality: 8.97

Faktorit: Factors:	Vinojen faktoreiden väl. korrelaatiot Corr. between oblique factors
	YVT T KR RL I GSP TM RB HM A
1. Yleinen voimakkuus-tehokkuus YVT General strength-power GSP	T TM 16 KR RB -13 02
2. Tempo T Tempo of motion TM	RL HM -22 03 07
3. Kehon rotevuus KR Robustness of body RB	I A 06 24 -14 -07 HKV DSU 37 05 04 -23 -03
4. Raskaaliikkeisyys RL Heaviness of motion HM	
5. Ikääntyminen I Ageing A	
8. Hartiain ja käsien kesto-voimakkuus HKV Duration strength of upper body DSU	

8. Hartiaain ja käsien kestovoimakkuus, HKV. (Duration strength of upper body DSU). Faktori näytti eriytyneen yleisestä, jo edellisten analyysien ratkaisuihin esiintyneestä YVT-faktorista. Käsinkohonnan, penkkipunnerruksen ja voimistelun arvosanan painokertoimet hallitsivat faktoria käden puristusvoimakkuuden ollessa myös mukana pienellä latauksella. Faktori oli tulkinallisesti samanlainen kuin aikaisemmin vastaavien muuttujien tehdyissä analyyseissä (Kirjonen & Pitkänen 1964/65).

Eri mittauskertojen tulosten faktorointi yhdessä samojen riippumattomien variaabeleiden kanssa osoitti rakenteen pysyvän samanlaisena. Kolmatta analyysia lukuunottamatta liikesuorituksen variaabelit ryhmittivät kahdeksi puhtaaksi liikefaktoriksi. Viimeisessä analyysissä esiintyi lievää variaabeliryhmien päällekkäistä assosioitumista lähinnä viidennessä faktorissa. Tämä ja muutamat riippumattomien faktoreiden vähäiset eroavuuDET saattavat johtua rotaatioiden eroista, joita voisi vähentää transformaatioanalyysien avulla. Rakenteiden yleinen invarianssi ja mainitun Ikääntymisfaktorin tulkinallinen selkeytyminen (työsykkeen, nopeuden varianssin ja käden ajoituksen osuus vahvistui) antavat perusteet luopua tästä toimenpiteestä varsinkin, kun sillä ei oleellisesti pysty lisäämään tuloksista jo nyt saatua tietoa.

6.5.2 Varianssianalyysit

Riippumattomien ja riippuvien muuttujien osa-analyysien perusteella laskettiin kullekin koehenkilölle faktoreittain pistemäärät. Jokaiselle tuli siis viisi pistemäärää riippumattomilta faktoreilta ja kuusi riippuvilta (2. ja 3. mittausta, kolme faktoria). Kahden tekijän - toistettujen mittausten varianssianalyysijä varten jaettiin koehenkilöstö kerrallaan yhden riippumattoman faktorin pistemäärän suuruuden perusteella neljään yhtä suureen ryhmään. Analysoitaviksi otettiin vuorollaan kukin riippuva faktori- ja variaabelipistemäärä.

Varianssianalyysit (yhteenvedo taulukossa 11) osoittivat, että mittauskerran **omavaikutus** oli erittäin merkittävä T-faktorissa ja sitä voimakkaasti painottavissa muuttujissa riippumatta luokiteltavista faktorista. Liikesujuvuus oli parantunut merkittävästi toisesta kolmanteen mittauskertaan (liite 10). Korrelaatiokertoimien muutoksista olivat lisäksi merkittävää K:n ja osanopeuksien varianssin sekä LT:n ja pään liikkeen laajuuden negatiivisen riippuvuuden suureneminen (vrt. pääanalyysien tulos).

Ainoa yleinen liikesuorituksessa tapahtunut merkittävä muutos koetilanteessa oli liikkeen nopeutuminen, mikä ilmeni sekä faktorittain että variaabelitasolla verrattaessa toistettujen mittauskertojen tuloksia. Ilmeisesti samasta syystä 3. pääanalyysin faktorirakenne poikkesi edellisestä kestävyysosuuden lisääntymisessä voimakkuus- ja tehokkuussuoritusten ohella varianssin selittäjänä.

Ikääntymiseen liittynyt kestävyysheikentyminen, joka näkyi keskimääräistä korkeampina työsykkeinä on tulkittavissa osatekijäksi, joka lienee kolmannen mittauskerran tuloksissa esiintyvien jonkin verran kasvaneiden negatiivisten riippuvuuksien, K/ nopeuden varianssi ja LT/ liikeradan laajuus, taustalla. Toisin sanoen Kestävyys- ja Liikkumistehokkuus-faktoreilla alhaisia pistemääriä saaneet henkilöt osoittivat koetilanteessa kasvavaa tendenssiä suorittaa liike niin, että siinä esiintyi keskimääräistä suurempaa nopeuden vaihtelua ja laajempia liikeratoja, jotka esiintyvät johdonmukaisesti yleisen suoritusnopeuden kasvun kanssa.

H 3 sai tukea siltä osin kuin siinä oletettiin koetilanteessa tapahtuvan suorituksen yleistä nopeutumista. Nopeuden vaihteluvuuden ja laaja-alaisuuden merkittävää lisääntymistä ei sen sijaan voitu osoittaa.

6.6 Kuormituksen vaikutukset fyysiseltä toimintakykyisyydeltään eri tasoisiin henkilöihin

Tuloksista ilmeni (taulukko 11, liitteet 11, 12 ja 13) aikaisemmin mainittujen mittauskerran omavaikutusten lisäksi mm. muutamia ryhmän omavaikutuksia faktoritasolla. Liikevarmuuden pistemäärissä oli P:n omavaikutus merkitsevä 1 %:n ja K:n 5 %:n riskitasolla. Edellisessä tapauksessa se näkyi johdonmukaisena RL-pistemäärien kohoamisena henkilön koon kasvaessa. Jälkimmäisessä tapauksessa taas toinen keskimmaisistä ryhmistä poikkesi muista merkitsevästi ilman, että suhde mittauskertojen välillä muuttui (ei yhdysvaikutusta).

Ongelman kannalta oleellisimpia olivat yhdysvaikutukset 2. ja 3 mittauksissa, jotka on koottu kuvaan 4. Näistä oli merkitsevä faktoritasolla vain yksi, nimittäin LT:n ja mittauskerran välillä RL-pistemäärissä. Liikkumistehokkuudeltaan toiseksi heikoin ryhmä poikkesi merkitsevästi muista siten, että sen RL-pistemäärät kasvoivat. Heikoimmalla ryhmällä keskiarvo pysyi likimain samalla tasolla, kun taas paremmilla suoritus keveni. Faktorin variaabelitasolla liikeradan laajuuspistemäärät käyttäytyivät lähes samoin, kahdella heikoimmalla ryhmällä laajuus lisääntyi ja kahdella parhaalla taas väheni.

Tulkinnaltaan selkeä on myös tulos, että parhaan K-ryhmän liikkeen nopeuden vaihtelun pistemäärä pieneni, kun se muilla lisääntyi. Työkokeen mahdollinen vaikutus näyttää siten olleen vähäisempi kestävyydeltään hyväkuntoisilla tässä variaabelissa.

Analyysien tuloksena saatiin vielä joitakin tilastollisesti merkitseviä oma- ja yhdysvaikutuksia, mutta niiden epäyhtenäisyys ei anna mahdollisuuksia pitävään tulkintaan.

Kuormitustilanteen aikana tapahtuneita muutoksia käsitellään tätä yksityiskohtaisemmin toisessa yhteydessä.

Taulukko 11. Varianssianalyysien F-suhteiden merkitsevyydet, mit-
taukset ennen ja jälkeen työkoetta.

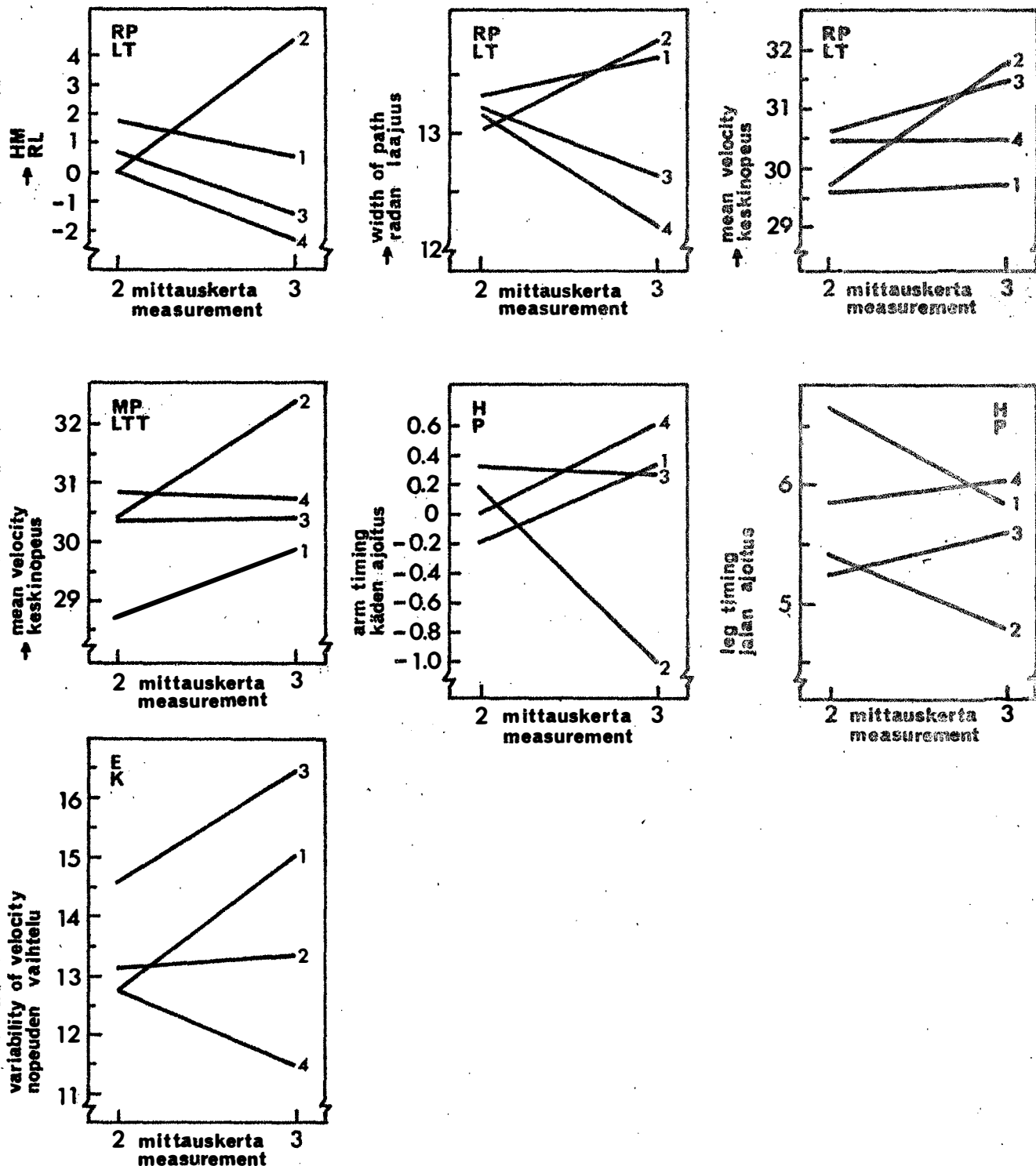
Table 11. The significance of F-ratios in the analyses of
variance with the employment of two-way classification
with repeated measurements (before and after the
muscular exertion).

		Riippuvat faktorit ja variaabelit Dependent factors and variables									
Riippumaton, luokitettava faktori/ variaatiolähde		1. Factor	Liikeaika	Keskinopeus	Käden ajoitus	3. Factor	I. laajuus	Nop. vaihtelu	M. variability	Jalan ajoitus	
Independent, grouping factor/ source of variation		T TM	Motion time	Mean veloc.	Arm timing	RL HM	Width of path			Leg timing	
1. YLEINEN VOIMAKK.- TEHOKKUUS YVT GENERAL STRENGTH- POWER GSP											
	ryhmä group effect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	mittaus measm. effect	8.97 1%	13.72 1%	4.36 5%	-	-	-	-	-	-	-
	yhdysvaikutus interaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. PITUUS P/ HEIGHT H/		group e.	-	-	3.58 5%	-	6.23 1%	9.10 1%	-	-	-
	measm. e.	8.67 1%	13.34 1%	4.33 5%	-	-	-	-	-	-	-
	interact.	-	-	-	3.37 5%	-	-	-	-	2.81 5%	-
3. KESTÄVYYS K/ ENDURANCE E/		group e.	-	-	2.94 5%	-	3.87 5%	3.56 5%	4.19 1%	-	-
	measm. e.	8.52 1%	13.33 1%	4.29 5%	-	-	-	-	-	-	-
	interact.	-	-	-	-	-	-	-	2.92 5%	-	-
4. LIIKUTTAMIST. LTT/ MOVING POWER MP/		group e.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	measm. e.	8.84 1%	10.84 1%	4.67 5%	-	-	-	-	-	-	-
	interact.	-	-	2.84 5%	-	-	-	-	-	-	-
5. LIIKKUMIST. LT/ RUNNING POWER RP/		group e.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	measm. e.	8.60 1%	13.26 1%	4.50 5%	-	-	-	-	-	-	-
	interact.	-	-	3.01 5%	-	4.08 1%	3.07 5%	-	-	-	-

Kuva 4
Figure 4

Varianssianalyysin merkitsevät yhdysvaikutukset graafisesti esitettyinä. Ryhmät 1-4 edustavat kunkin riippumattoman kuntofaktorin eri tasoja. Faktorit ovat Liikkumistehokkuus (RP), Liikuttamistehokkuus (MP), Pituus (H) ja Kestävyys (E). Mittaukset on tehty lihaskuormitusta ennen (2.) ja sen jälkeen (3.).

The graphical presentation of significant interactions obtained by means of analyses of variance. The groups 1-4 represent increasing levels of each independent fitness factor. Factors are Running power (RP), Moving power (MP), Height (H) and Endurance (E). Measurements before (2.) and after (3.) muscular exertion.



Eritasoisten LT-ryhmien RL-pisteissä havaitut eroavuudet koetilanteen mittauskerroilla (merkitsevät yhdysvaikutukset), jotka varsin selvinä esiintyivät myös liikeradan laajuus-variaabelissa ja keskittyivät 2. ja 3. mittauskerran välille, ovat nähdäkseni osoitusta kuormituksen vaikutuksesta. Työkokeen jälkeen tehokkuudeltaan heikot henkilöt suorittivat liikkeen ylävartaloa ja päätä keskimääräistä enemmän eteen kallistaen ja askelvaiheessa selvemmin hidastuneena, mistä nopeuden varianssin suureneminen osaksi johtui (vrt. myös korrelaatiot). Heikoimpien K-ryhmien nopeuden vaihtelun pistemäärän lisääntyminen työkokeen aikana on tulkittavissa samoin liikenopeuden tasaisuuteen kohdistuneena kuormitusvaikutuksena.

Olettamus H 4 sai tuloksista osittaista tukea, sillä kuormitustilanteen vaikutukset olivat tehokkuus- ja kestävyysfaktoreilla alhaisia pistemääriä saaneilla henkilöillä raskasliikkeisyyttä eli nopeuden vaihtelua ja liikeratojen laajuutta lisääviä.

7. POHDINTA

Tutkimuksessa, jossa sovelletaan eri tieteenalojen teoreettisia lähtökohtia ja metodiikkaa, saatetaan joutua pulmatilanteisiin, miten parhaiten yhdistää erityyppisten mallien moninaisuus kokonaisuudeksi. Olen pyrkinyt selvittämään tutkimuksen ongelmaa liiketutkimuksen psykologiaan ja sen teoriakenttään kuuluvana. Metodisesti ote on kuitenkin ollut osittain differentiaalipsykologian, osittain sovelletun biomekaniikan tarkastelutavan kanssa lomittainen.

7.1 Muuttujavalinnan ongelma

Vapaassa liikesuorituksessa lihasrasituksen vaikutuksesta todettavien vaihtelujen selittäminen yksilöiden välisten fyysisen

toimintakykyisyyden erojen ja käytetyn rasituksen avulla on hyvin tärkeältä osaltaan riippuvainen käytetystä mittaristosta, variaabelivalinnasta ja variaabeleiden kyvystä peittää haluttu ilmiöalue riittävän perusteellisesti.

Riippuvien muuttujien valintaa suorittaessani pyrin ottamaan huomioon havainto-, käsittely- ja ilmaisumotoriikan tutkimuksen käyttämät keskeisimmät dimensiot (Contini & Drillis 1966, 15-21; Fleishman 1958; French, J. W. 1951; Heinonen, 1957; Takala 1962, 1963, 1964). Valinta näyttää onnistuneelta mittaus-ten pysyvyyden suhteen, mutta sitä voidaan pitää jonkin verran kapea-alaisena ja osittain epätasmaisena liikkeen vaihtelun ja liikekaavan (patterning) ajoituksen osalta. Muuttujamäärän suhteellinen rajoittuneisuus ja voimakas differentioituneisuus selittää myös faktorianalyysin tuottaman melko suppean rakenteen.

Vähäinen mutta varsin mielenkiintoinen ilmiö oli yhden yksityisen riippuvan variaabelin, pään liikeradan sujuvuuden arvion lievät mutta johdonmukaiset korrelaatiot useimpiin toimintakykyisyyden variaabeleihin. Vertaamalla objektiivisten mittausten tuloksia liikkeen arviointimenetelmällä (motoskopia) saatuihin lienee mahdollista kehittää sellaisia tekniikoita, joilla on käyttöä esimerkiksi liikunnan opetuksessa, diagnostisessa koulutuksessa tai opettajien valmistuksessa toimintakykyisyyden kehittymisen, oppimistulosten, motorikan häiriöiden tms. arvioinneissa.

Käytin riippumattoman, toimintakykyisyyden variaabeliryhmän valintaperusteena sellaisten uusien tutkimusten tuloksia, joissa oli pantu erityistä painoa motorisen toimintakykyisyyden voimakkuus- ja tehokkuuskomponenttien kartoittamiseen (Fleishman 1964; Kirjonen & Pitkänen 1964/65). Muuttujaryhmän faktoroinnit osoittivat valinnan onnistuneen, kun otetaan huomioon pyrkimys kartoittaa mahdollisimman laaja alue mahdollisimman pienellä mutta edustavalla variaabelimäärällä.

7.2 Selitysmallit ja tulokset

Elimistön toimintakykyisyyden perustekijöiden, joita olen nimittänyt myös fyysisen kunnon tekijöiksi, ja vapaata kokonaismotoriikkaa mittaavien variaabeleiden tiedetään aikaisempien tutkimusten perusteella olevan osittain riippuvuussuhteessa. Kuitenkaan ei toistaiseksi näy löydetyn sellaista yhteistä tekijää tai tekijäryhmää, jolla suurin osa vapaan liikesuorituksen varianssista voitaisiin selittää. Tämän tutkimuksen tulokset viittasivat samaan, kun tutkittiin vapaata (ilman esim. tehokkuus- ja esteettisyyspyrkimyksiä), motoriikkaa edustavaa liikettä. Kehon pituuskasvua lukuunottamatta muut toimintakykyisyyttä edustavat muuttujat korreloivat vain lievästi ja epäyhtenäisesti liikesuorituksen muuttujiin. Mikäli instruktio olisi ohjannut "mahdollisimman nopeaan" tai "kauniiseen" suoritukseen olisi myös tulos saattanut olla toisenlainen.

Fyysisen kuormituksen vaikutus liikesuoritukseen ilmeni tuloksissa lähes samoin kuin aikaisemmissakin tutkimuksissa on todettu. Yleisvaikutuksena esiintyväksi oletettu (esim. Klein 1961 ja Stennett 1957) liikkeen nopeuden lisääntyminen voitiin todeta kaikilla ryhmillä riippumatta kunnon tasosta. Liik素orituksen nopeuden vaihtelun ja ratojen laajuuden mittauksissa voitiin havaita lieviä yleisiä muutoksia, jotka vaihtelivat eri kuntoryhmissä pääasiassa niin, että heikkokuntoisten ryhmien tunnuslukujen muutokset olivat suurimmat.

Tulkitsen näiden tulosten tukevan aikaisemmin esitettyjä malleja siitä, (Duffy 1957, 288 ja Broadhurst 1959) että ihmisen suorituskkykyisyydellä on optimaalinen motivaatio, jolloin suoritus sujuu nopeimmin ja virheettömmmin, ts. jota lähestyttäessä suoritus paranee ja jonka ylittäminen aiheuttaa tuloksen heikentymisen ilmiön ollessa sitä selvempi mitä vaikeammasta tehtävästä on kysymys. Tässä tutkimuksessa esiintyvät muutokset tämä malli selittää nähdäkseni siten, että toimintakykyisyydeltään eritasoisilla henkilöillä (esim. liikkumistehokkuus- ja kestävyys-alueilla) koetilanteesta ja kuormituksesta

johtunut virittyneisyyden (arousal) lisääntyminen ja väsymys vaikuttivat eri tavoin eri henkilöillä. Tulkintani mukaan kunnoltaan parhaisiin henkilöihin toimivien elinten kuormittamisesta (lihakset ja verenkiertoelimet) ja koejännityksestä aiheutunut hermostollinen kiihottuminen ei vaikuttanut lainkaan motorista suoritusta haittaavasti tai ainakaan yhtä paljoa kuin kunnoltaan heikoimpiin. Tämä johtui siitä, että parhaat olivat tottuneet sietämään jalkojen pitkähkön aikaa kestäväää kuormitusta ja siitä ehkä aiheutuvia kivun ja epämukavuuden tuntemuksia ja että käytetty kuormitus oli kunnoltaan parhailla pääasiassa virittyneisyyttä optimaalisesti lisäävä tekijä tässä tilanteessa, samalla kun se heikoilla lisäsi virittyneisyyttä liikaa, jolloin suoritustaso pyrki laskemaan.

Edelliselle vaihtoehtoinen tai pikemminkin ehkä tulkintaa monipuolistava selitysmalli muodostuu ns. kompensointipyrkimyksestä. Sellaiseksi on katsottu mm. Wilkinsonin (1965, 420) unen puutteen vaikutusta tutkivissa kokeissa havaitsema ilmiö, jossa koehenkilöt pyrkivät kompensoimaan kokemansa väsymyksen aikaisempaa kovemmallalla ponnistelulla tehtävän suorittamiseksi. Vastaavasti tässä koeasetelmassa nopeuden yleinen lisääntyminen voidaan tulkita myös subjektiivisesti heikentyneeksi koetun suorituksen parantamispyrkimiseksi, kuormitusvaikutuksen (esim. epämukavuus, kipu jne.) vähentämiseksi. Suorituksen raskasliikeisyyden lisääntyminen saattoi puolestaan olla seurausta toisenlaisesta kompensoinnista. Varsinaisen toimivan lihaksen (agonisti) väsyessä yhä useammat läheiset lihakset (synergistit) pyrkivät auttamaan suorituksessa, jolloin koko lihasryhmän sähköinen aktiviteetti lisääntyy ja jolloin myös afferentit impulssit lisääntyvät. Koska läheisten lihasten yhteistoimintaa ei kuormitustilanteessa ole totuttu koordinoimaan, niiden voimakas aktivoituminen on lopulta suorastaan häiritsevä halutun tuloksen kannalta (esim. Welford 1968).

7.3 Fyysinen kuormitus ja psyykkinen stressi

Termiä stressi on psykologiassa käytetty tarkoittamaan milloin suppeata käyttäytymiseen häiritsevästi vaikuttavaa ulkoista ärsyketilannetta, milloin taas laajempaa, osittain ulkoisten tekijöiden kuormittavaa ja kuormituksen vaikutuksia vastustavien sisäisten säätöjärjestelmien ohjaamaa käyttäytymistä, jolle on ominaista toimintojen disorganisaatio ja henkilön kokemat ahdistuneisuuden ja epämukavuuden tuntemukset.

Mikäli lihaskuormitusta voidaan myös jälkimmäisessä mielessä pitää stressinä, saattaisi Deesen (1962, 199-222) esittämällä mallilla olla tulkinnallista merkitystä tässä yhteydessä. Tarkastellessaan stressin vaikutusta taitavuutta vaativiin suorituksiin toteaa Deese, että eräiden persoonallisuuden mittojen ja suoritusten väliset riippuvuudet vaihtelevat stressitilan funktiona. Tavanomaisen käsityksen mukaan stressillä on taitoa vaativaan suoritukseen sitä heikentävä vaikutus. Tämä ei kuitenkaan Deesen mukaan pidä yleisesti paikkaansa. Hän olettaa, että stressistä aiheutuvat epämukavuuden tuntemukset häiritsevät suoritusta, mutta että häiriön vaikutukset ovat laadultaan spesifisiä. Tämä merkitsee mm. sitä, että vaikutus toisiin reaktiomuotoihin on suoritusta edistävä ja toisiin taas ehkäisevä tai niiden laatua heikentävä. Tämä perustuu olettamukseen, että sähköisen aktiviteetin kasvaminen motorisessa kuorikentässä toiminta- ja proprioseptisten impulssien muodossa lisää ao. alueen toimintavalmiutta yksinkertaisiin reaktioihin (esim. yksityiset lihaspistukset), mutta jonkin rajan ylitettyään alkaa häiritä toimintoja, joissa tarvitaan lihasten koordinaatiota, taitoa. Deesen esittämä luettelo stressitilan todennäköisistä vaikutuksista on seuraava:

1. Lihasvapinan (engl. tremor) jaksoluvun, laajuuden ja epä-säännöllisyyden lisääntyminen
2. Aktivoidun lihasryhmän huippuvoiman lisääntyminen
3. Ballististen liikkeiden reaktioajan lyheneminen

4. Erityisesti ballistisissa liikkeissä tarkkuuden vaihtelevuuden kasvaminen (toistotehtävät)
5. Korjausliikkeiden vaihtelun määrän lisääntyminen (esim. säätötehtävät)

Deesen esittämä malli voisi tulla kysymykseen myös tämän tutkimuksen tulosten tulkinnassa. Kuitenkin se jättää joitakin tärkeitä näkökohtia avoimiksi. Ensimmäiseksi kiinnittää huomiota ärsykkeen määrittelyn vaikeus. Milloin lihastoiminta on sellaista, että se aiheuttaa stressiä, ts. milloin kuormituksen vaikutus muuttuu stressiä aiheuttavaksi? Toiseksi näyttää siltä, että mallissa ei ole lainkaan kiinnitetty huomiota RAS-järjestelmän tärkeisiin funktioihin virittyneisyyttä säätelevänä tekijänä.

Käsitteellisen epämääräisyyden vuoksi lienee kuitenkin parasta, että toistaiseksi terminologisen hämäryyden vähentämiseksi määritellään kulloinenkin kuormitustilanne operaatioiden avulla ja vältetään kokonaan "stressin" käyttöä, ellei jokin uusista määrittely-yrityksistä mahdollisesti yleisty (Howard & Scott 1965).

7.4 Jatkotutkimuksen näköaloja

Tutkimuksen jatkamiselle on nähtävissä useita rinnakkaisia linjoja. Tällöin ovat keskeisiä ongelmaryhmiä mm. kokonaismotoriikan tekijärakenteen jatkokartoitus, ihmisen persoonallisuuteen ja ympäristöön liittyvien tekijöiden ja liikuntatoimintojen yhteyksien selvittäminen sekä jatkuvasti huomiota vaativa metodinen kehitystutkimus tallennus- ja analyysimenetelmien parantamiseksi.

Liikesuoritusten tekijärakenteen analyysit keskittyvät mielestäni kolmelle pääalueelle, joista ensimmäinen on spontaanin, vapaan liikesuorituksen analyysi, jolla tämä tutkimus on osittain liikkunut. Liikkeen kinemaattisia ominaisuuksia voidaan pyrkiä selittämään elimistön ja liikkeeseen osallistuvien lihasryhmien toimintakykyisyyden ominaispiirteiden sekä psykofyy-

sistä suorituskykyisyyttä edustavien muuttujien avulla. Nämä kolme aluetta, joiden sisäiset ja väliset ilmiöt tulevat kysymykseen, ovat seuraavat:

1. Yksinkertaisten, vapaiden liikesuoritusten ominaisuudet mitattuina kinemaattisilla variaabeleilla
2. Fyysisen toimintakykyisyyden (kunnon) faktorirakenteen kartoitus eri-ikäisillä henkilöillä. Muuttujat edustavat mm. sellaisia lihastoimintojen ominaisuuksia kuin voimakkuus, tehokkuus, kestävyys, ketteruus, notkeus ja tasapaino.
3. Kompleksisten, monipuolista havaintomotorista koordinaatiota vaativien taitosuoritusten oppimisen ja tason sekä persoonallisuuden, havaintokykyjen ja psykomotoriikan piirteiden välisten yhteyksien selvittäminen.

Toinen pääryhmä käsittää ihmisen ympäristötekijöiden ja persoonallisuuden erityyppiset ja -asteiset vuorovaikutussuhteet ihmisen liikesuorituksiin. Ryhmän sisällä tutkimuskohteet voidaan luokitella vielä seuraavasti:

1. Motoriikan kehittyminen ja yksilöiden väliset erot
2. Liiketaitojen opettaminen ja arviointi
3. Fyysinen ja psyykinen kuormitus
4. Liikesuoritukset ja persoonallisuuden häiriöt

Kolmas alue, joka oleellisesti kuuluu tutkimuksen piiriin on tallennus- ja analyysimenetelmien käyttötutkimus. Vaikka tässä tutkimuksessa käytetyt menetelmät vastasivat niitä lausuntoja, joita aikaisemmat käyttäjät olivat niistä antaneet (Jones et al. 1958 a ja b), tulisi erityistä huomiota kuitenkin kiinnittää kuvamateriaalin kvantifioinnin helpottamiseen ja koko aineiston käsittelyprosessin yksinkertaistamiseen. Tähän voidaankin nykyisin jo päästä käyttämällä automaattisia lukulaitteita, jotka sähköisesti mittaavat projektiotasolle heijastettujen merkkien sijainnit ja niiden muutokset ja syöttävät tiedot digitaalisessa tai analogisessa muodossa tarpeen vaatiessa lävistyslaitteelle tai tietokoneen muistiyksikköön.

Valokuvauslaitteiston ja erityisesti ajoitussäädön kehittäminen on välttämätöntä silloin, kun ryhdytään tutkimaan nopeita ja kompleksisia liikesarjoja. Syklografia- ja infrapunatekniikan käyttö on suoritetuissa alustavissa kokeissa antanut lupaavia tuloksia.

Analyysien tuloksellisuus on oleellisesti riippuvainen siitä, kuinka edustava muuttujavalinta on ollut. Liikkeen kuvauksen kannalta olivat tärkeimmät variaabelit tässä tutkimuksessa liikkeen kokonaisaikaa, nopeuden vaihtelua ja raajojen liikkeiden ajoitusta edustavia. Jatkotutkimuksissa tulisi pyrkiä kehittämään lisää sellaisia variaabeleita, jotka edustaisivat suorituksen ajoitusta kehon eri osien toiminnan ajallisten suhteiden avulla kuvattuna. Lisäksi tulisi pyrkiä kehittämään analysointijärjestelmä, joka ottaa huomioon avaruuden kolmannen dimension. Esimerkiksi valokuvausta käytettäessä tämä vaatii vähintään kaksi toisiaan vastaan kohtisuorassa olevaa kuvaussuuntaa. Kokonaismotoriikan kartoittavassa tutkimustyössä on joka tapauksessa yleisvaatimuksena kutakin liikkeen piirrekomponenttia edustavien ja fysikaalisilla asteikoilla mitattavien variaabelien validoinnin kehittäminen.

8. LÄHTEET

8. REFERENCES

- BARROW, H. H., (1954) Tests of motor ability for college men. Res. Quart. 25; Oct: 253-260.
- BINDRA, D. (1959) Motivation. A Systematic Reinterpretation. The Ronald Press Co, New York.
- BORG, G. A. V. (1962) Physical performance and perceived exertion. Ejnar Munksgaard, Lund.
- BORRMANN, G. (1960/61) Untersuchungen über den rhythmischen Charakter bei Übungen an Turngeräten. Wiss. Z. Deutschen Hochschule für Körperkultur, 3 Leipzig.
- BROADHURST, P. L. (1959) The interaction of task difficulty and motivation: the Yerkes-Dodson law reviewed. Acta Psychol. 16, 321-338.
- CONTINI, R. (1954) Prosthesis research and the engineering profession. Artificial Limbs, 1, 3: 47-76.
- CONTINI, R. & DRILLIS, R. (1966) Kinematic and kinetic techniques in biomechanics. in Alt, F. (Ed.) (1966) Advances in bioengineering and instrumentation. Plenum Press, New York, 3-68.
- CUMBEE, F. (1954) A factorial analysis of motor coordination. Res. Quart. 25: 412-428.
- CUMBEE, F., MEYER, M. & PETERSON, G. (1957) Factorial analysis of motor coordination variables for third and fourth grade girls. Res. Quart. 28: 100-108.
- CURETON, T. K. (1939) Elementary principles and techniques of cinematographic analysis as aids in athletic research. Res. Quart. 10, 2: 3-24.
- DARCUS, H. D. (1953) Some effects of prolonged muscular exertion. in Floyd, W. F. & Welford, A. T. (Ed.) (1953) Symposium of fatigue. H. K. Lewis & Co. Ltd. London, 59-68.

- DECKER, R. (1962) Motor integration. Charles C. Thomas, Publ. Springfield, III.
- DEESE, J. (1962) Skilled performance and conditions of stress. in Glaser, R. (Ed.) (1962) Training research and education. John Wiley & Sons Inc. New York, 199-222.
- DIERSSEN, G. et al. (1961) A new method for graphic study of human movements, *Neurology* 11, 7: 610-618.
- DONSKOI, D. D. (1961) Biomechanik der Körperübungen. Sportverlag, Berlin.
- DUFFY, E. (1957) The psychological significance of the concept of "arousal" or "activation". *Psychol. Rev.* 64, 5: 265-275.
- DUFFY, E. (1962) Activation and behavior. John Wiley & Sons, New York.
- FLEISHMAN, E. A. (1958) Dimensional analysis of movement reactions. *J. exp. Psychol.* 55: 438-453.
- FLEISHMAN, E. A. (1964) The structure and measurement of physical fitness. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J.
- FLETCHER, J. G., LEWIS, H. E. & WILKIE, D. R. (1960) Human power output: The mechanics of pole vaulting. *Ergonomics*, 3: 30-34.
- FRENCH, J. D. (1960) The reticular formation. in Field, J., Magoun, H. W. & Hall, V. E. (1959 - 1960) Handbook of physiology. Section Neurophysiology (Vol. I-III). American Physiological Society, Washington, D. C., 1281-1305.
- FRENCH, J. W. (1951) The description of aptitude and achievement tests in terms of rotated factors. *Psychom. Monogr.* 5.
- GAGNE, R. M. (1953) Work decrement in the learning and retention of motor skills. in Floyd, W. F. & Welford, A. T. (Eds.) (1953) Symposium of fatigue. H. K. Lewis & Co. Ltd. London, 155-162.
- GASTAUT, H. & FISCHER-WILLIAMS, M. (1959) The physiopathology of epileptic seizures. in Field, J., Magoun, H. W. & Hall, V. E. (Eds.) (1959 - 1960) Handbook of physiology. Section Neurophysiology (Vol. I-III). American Physiological Society, Washington, D. C., 329-360.

- GRAY, F. E., HANSON, J. A. & JONES, F. P. (1966) Postural aspects of neck muscle tension. *Ergonomics* 9, 3: 245-256.
- GROVES, P. D. (1966) *Film in higher education and research*. Pergamon Press, Oxford.
- HAMMERTON, M. & TICKNER, A. H. (1968) Physical fitness and skilled work after exercise. *Ergonomics*, 11, 1: 41-45.
- HARMAN, H. (1967) *Modern Factor analysis*. U. of Chicago Press, Chicago.
- HAYS, W. L. (1965) *Statistics for Psychologists*. Holt, Rinehart & Winston, New York.
- HEBB, D. O. (1955) Drives and the C. N. S. (Conceptual Nervous System). *Psychol. Review*, 62, 243-254.
- HEINONEN, V. (1957) Kätevyys ja sen kehittyminen kouluin aikana. Jyväskylän kasvatustieteellisen korkeakoulun julkaisuja XIII. Jyväskylä.
- HEUSNER, W. (1959) Theoretical specifications for the racing dive: Optimum angle of take-off. *Res. Quart.*, 30, 1: 25-37.
- HOWARD, A & SCOTT, R. A. (1965) A proposed framework for the analysis of stress in the human organism. *Behavioral Science*, 10: 141-160.
- HOWELL, M. L. & ALDERMAN, R. B. (1967) Psychological determinants of fitness. *Canad. Med. Ass. J.*, 96, 721-728.
- HUBBARD, A. W. (1961) Photography, in Scott, M. G. (Ed.) (1961) *Research methods in health, physical education and recreation*. American Association for Health, Physical Education and Recreation. Washington, D. C., 128-147.
- IBM: Data acquisition system. p. 19-20. IBM Tech. Publ. Dept. White Plains, N. Y. 10601.
- IBM (1967) 1130 Statistical System (1130-CA-06X) User's Manual. IBM Tech. Publ. Dept. White Plains, N. Y. 10601.

- JONES, F. P. & O'CONNELL, D. N. (1958 a) Color-coding of stroboscopic multiple-image photographs. *Science* 127, 3306: 1119.
- JONES, F. P. O'CONNELL, D. N. & HANSON, J. A. (1958 b) Color-coded multiple-image photography for studying related rates of movement. *J. of Psychol.* 45: 247-251.
- JONES, F. P., GRAY, F. E., HANSON, J. A. & O'CONNELL, D. N. (1959) An experimental study of the effect of head balance on patterns of posture and movement in man. *J. of Psychol.* 47: 247-258.
- JONES, F. P. & HANSON, J. A. (1961) Time space pattern in a gross body movement. *Percept. Mot. Skills* 12, 35-41.
- KIRJONEN, J. (1962) Yksinkertaisen liikesuorituksen yksilöllisistä eroista ja niiden mittaamisesta. *Jyväskylän kasvatustieteellisen korkeakoulun Psykologian laitoksen julkaisuja* 55.
- KIRJONEN, J. & PITKÄNEN, P. (1964/65) Keskitetyn voimaharjoittelun vaikutus eräiden motorisen kunnan perustekijöiden ja niitä edustavien perussuoritusten kehittymiseen. *Stadion* 1964, 2, 3 ja 4 sekä 1965, 2 ja 4.
- KLEIN, S. J. (1961) Relation of muscle action potentials variously induced to breakdown of work in task oriented subjects. *Percept. Mot. Skills* 12: 131-141.
- LARSON, L. A. & YOCOM, R. O. (1951) Measurement and evaluation in physical, health and recreation education. The Mosby Co. St. Louis.
- MARGARIA, R., CAVAGNA, G. A. & SAIBENE, F. P. (1963) External work in walking. *Medica Dello Sport Rivista di Fisiopatologia Dello sport* 3: 709-719.
- McCLOY, C. H. & YOUNG, N. D. (1954) Tests and measurements in health and physical education. Appleton Century Crofts, Inc. New York.
- McNEMAR, Q. (1959) Psychological statistics. (2:nd ed. 3:rd print), Wiley & Sons, New York.

- MILSUM, J. H. (1966) Biological control systems analysis. McGraw Hill Co., Inc. New York.
- MORGAN, C. T. (1965) Physiological Psychology. McGraw Hill Co. New York.
- MORUZZI, G. & MAGOUN, H. W. (1949) Brain stem reticular formation and activation of EEG. EEG clin. Neurophysiol. 1, 455-473.
- NICKS, D. C. & FLEISHMAN, E. A. (1962) What do physical fitness tests measure? A review of factor analytic studies. Educ. Psychol. Measmt. 22: 77-96.
- NIEBEL, B. W. (1962) Motion and time study. Richard D. Irwin, Inc. Homewood III.
- OESER, M. (1936) Über den Speerwurf. Neue psychologische Studien, 9, 3. München.
- PAILLARD, J. (1960) The patterning of skilled movements. in Field, J., Magoun, H. W. & Hall, V. E. (Eds.) (1959 - 1960) Handbook of physiology. Section Neurophysiology (Vol. I-III). American Physiological Society, Washington, D. C., 1679-1708.
- PITKÄNEN, P. (1964) Fyysisen kunnan rakenne ja kehittyminen. Jyväskylän tutkimuskeskuksen julkaisu, 6, Jyväskylän kasvatustieteiden tutkimuskeskus, Jyväskylä.
- REITER, P. (1960/61) Die Technik der Felgumschwünge rücklings rückwärts am Reck unter Berücksichtigung des Bewegungsrhythmus. Wiss. Z. Deutschen Hochschule für Körperkultur, 1-2. Leipzig.
- SEASHORE, R. H., BUXTON, C. E. & MCCOLLOM, I. N. (1940) Multiple factorial analysis of fine motor skills. Am. J. Psychol. 53, 2, 251-259.
- SEASHORE, H. G. (1942) Some relationships of fine and gross motor abilities. Res. Quart. 13: 259-274.
- SLAK, S. & BROŽEK, J. (1965) Effects of intermittent illumination on perceptual-motor performance. J. Appl. Psychol. 49, 5: 345-347.
- SMITH, K. V. & SMITH, W. M. (1962) Perception and motion. W. B. Saunders Co. Philadelphia.

- STENNETT, R. G. (1957) The relationship of performance level to level of arousal. *J. exp. Psychol.* 54, 1: 54-61.
- TAKALA, M. (1962) Ilmaisuteorioiden perusmuuttujista. *Kasvatus ja koulu*, 6: 1-19. 380-398.
- TAKALA, M. (1963) Psychomotor expression and personality study, I. *Scand. J. Psychol.* 4, 149-159.
- TAKALA, M. & PARTANEN, N. (1964) Psychomotor expression and personality study, III. The problem of "personal tempo". *Scand. J. Psychol.* 5, 161-170.
- VAHERVUO, T. (1956) Psykometriikan metodeja I-II, WSOY, Porvoo
- WARTENWEILER, P. J. & BURGE, R. K. (1964) Zur Technik der Bewegungsstudie. *Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, Zürich.* 146-147.
- WARTENWEILER, J. & WETTENSTEIN, A. (1965) Untersuchung und Analyse der Sägebewegung. *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.* 21: 69-73.
- WELFORD, A. T. (1968) *Fundamentals of skill.* Methuen & Co., Ltd., London.
- WINER, B. J. (1962) *Statistical principles in experimental design.* McGraw Hill Co., New York.
- WILKINSON, R. T. (1965) Sleep deprivation. in Edholm, O. G. & Bacharach, A. L. (Eds.) (1965) *The physiology of human survival.* Academic Press, London, 399-430.
- WOODBURNE, L. S. (1967) Partial analysis of the neural elements in posture and locomotion. *Psychol. Bull.* 68, 2, 121-131.
- YERKES, R. M. & DODSON, J. D. (1908) The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *J. Comp. Neurol. Psychol.* 18, 459-482.
- ÅSTRAND, P-O. (1961) Arpetsprov med ergometercykeln. Ab Cykelfabriken Monark, Varberg.

9 LIITTEET

9 APPENDICES

Liite 1.
Appendix 1.

Vanhemman ja nuoremman ryhmän keskiarvot ja standardipoikkeamat sekä keskiarvojen erotusten t-testi.

Means and standard deviations of the older and younger groups of subjects, and t-test of the differences between the means.

Muuttuja Variable	Vanhemmat Older group N = 30		Nuoremmat Younger group N = 54		t	p
	M	S.D.	M	S.D.		
1 Elinikä Age	353.30	28.70	279.20	17.30	14.54	0.1%
2 Kehon paino Weight	74.26	7.70	69.42	7.29	2.82	0.1%
3 Kokonaispituus Height	176.10	6.06	176.33	5.45	0.17	-
4 Pituus-istumapituus Height-Sitting height	85.70	3.77	86.14	3.64	0.52	-
5 Käden puristusvoimakkuus Hand grip	55.56	10.73	57.37	11.12	0.71	-
6 Vauhditon pituushyppy Standing broad jump	242.16	18.78	250.18	17.89	1.90	-
7 Penkkipunnerrus Bench press	16.16	3.04	14.33	4.02	2.14	5%
8 Ketteryysjuoksu Agility run	287.06	18.27	289.22	19.90	0.48	-
9 Käsinkohonta Chins	6.86	3.30	8.94	3.17	2.79	0.1%
10 Kyykkynotkistus Knee bend	47.56	6.05	46.40	6.22	0.81	-
11 Maks. hapenotto Max. oxygen	48.80	14.63	43.07	13.17	1.81	-
12 Työsyke Working heart rate	43.70	7.57	50.01	8.10	3.46	0.1%
13 Voimistelun arvosana Mark in gymnastics	7.70	1.15	8.29	1.43	1.92	-
14 Urheilun arvosana Mark in other sports	8.60	0.84	8.66	1.07	0.00	-
15 1. Liikkeen kokonaisaika	20.13	3.98	20.92	3.05	1.00	-
16 2. Motion time	20.06	4.04	20.68	3.13	0.77	-
17 3. Motion time	19.03	3.07	19.87	2.93	1.21	-
18 1. Pään keskimäär. nopeus	29.70	4.26	29.33	3.09	0.44	-
19 2. Mean velocity	30.56	4.14	29.90	3.73	0.73	-
20 3. Mean velocity	31.10	3.68	30.61	3.62	0.58	-
21 1. Pään osanopeuksien varianssi	13.10	3.70	12.53	3.91	0.63	-
22 2. Motion velocity variability	13.10	3.96	13.68	4.24	0.61	-
23 3. Motion velocity variability	15.36	4.10	13.31	4.14	2.15	5%
24 1. Liikkeen laajuus	13.50	2.41	13.11	3.10	0.58	-
25 2. Width of path	13.26	2.70	13.16	2.62	0.16	-
26 3. Width of path	13.13	2.20	13.07	2.34	0.11	-
27 1. Liikeradan sujuvuus	-0.23	2.18	-0.35	2.02	0.24	-
28 2. Smoothness of path	-0.20	2.02	-0.46	1.94	0.57	-
29 3. Smoothness of path	-0.16	1.71	-0.18	1.98	0.04	-
30 1. Jalan liikkeen ajoitus	5.86	2.24	5.83	2.28	0.06	-
31 2. Leg timing	5.93	2.30	5.72	2.26	0.40	-
32 3. Leg timing	5.73	2.20	5.50	2.00	0.48	-
33 1. Käden käytön tehokkuus	0.23	1.33	-0.09	1.09	1.19	-
34 2. Arm swing	0.26	1.18	0.03	1.17	0.84	-
35 3. Arm swing	0.23	1.25	0.05	1.20	0.63	-
36 1. Käden ajoitus	0.50	2.81	-0.29	2.09	1.45	-
37 2. Arm timing	0.26	2.71	0.00	2.21	0.47	-
38 3. Arm timing	0.50	2.70	-0.20	2.56	1.16	-

Liite 2.

Appendix 2.

Riippuvat variaabelit

Dependent variables

1. Liikkeen kokonaisaika
Motion time

rekisteröintikohde	pyöreä heijastin, korva-aukko
mittaluku	1/10 sekunnin välein laskettujen merkkien lukumäärä

Laskenta aloitettiin ensimmäisestä erilliseksi havaittavasta merkistä alkuasemasta lukien ja lopetettiin liikeradan korkeimmalla kohdalla olevaan merkkiin.

2. Pään keskimääräinen nopeus
Mean velocity

rekisteröintikohde	sama kuin edellä
mittaluku	kokonaisaikaan luettujen merkkien suoraviivaisten välimatkojen aritmeettinen keskiarvo

Mittauksen periaate oli sama kuin edellisessä muuttujassa. Koska mittaus tapahtui suoraviivaisesti merkistä toiseen, vaikka liikkeen rata todellisuudessa oli kaartuva, oli saatua mittaustulosta pidettävä vain todellisen liikkeen keskimääräisen nopeuden likiarvona. Merkkien tiheys liikeradalla oli kuitenkin niin suuri, että syntynyt systemaattinen virhe ei liene vaikuttanut lopputulokseen.

3. Pään osanopeuksien varianssi
Motion velocity variability

rekisteröintikohde	sama kuin edellä
mittaluku	kokonaisaikaan luettujen merkkien suoraviivaisten välimatkojen tilastollinen varianssi

Mittauksen periaate oli sama kuin muuttujassa 1. ja 2.

4. Liikkeen laajuus
Width of path

rekisteröintikohde	sama kuin edellä
mittaluku	liikeradan suurin kohtisuora etäisyys alku- ja loppupistettä yhdistävästä suorasta

Liikkeen käynnistämiseksi on painopiste saatava liikkeelle. Tämä tapahtuu joko kallistamalla ylävartaloa liikkeen suuntaan tai suuntaamalla käsien voimakkaalla eteen heilautuksella impulssi ylävartaloon taikka käyttämällä kumpaakin tapaa samanaikaisesti. Yleensä nousu tapahtuu kuitenkin vartaloa ensin taivuttamalla. Pyrin osoittamaan tällä mittauksella nousun ja askeleen raskasta vs. joustavaa koordinoimista toisiinsa suuren mittaluvun osoittaessa raskasta ja laaja-alaista suoritusta.

Liite 2. (jatk.)

Appendix 2. (cont)

5. Liikeradan sujuvuus
Smoothness of path

rekisteröintikohde
mittaluku

sama kuin edellä
rekisteröityjen merkkien kautta
piirrettyjen liikeratojen sujuvuuden
arviointi (kahden toisistaan
riippumattoman arvioitsijan pistemäärien
summa)

Arviointia varten laadittiin yleiset arviointiohjeet sekä normitaulut. (liite 8).

Arviointiohjeet esitettiin seuraavien kriteerien muodossa:

1. Lievähkö poikkeama liikkeen alku- ja loppupistettä yhdistävältä suoralta vs. runsas, tavallisesti kaksihuippuinen poikkeama.
2. Liikeradan kaarien loivuus vs. jyrkkyys.
3. Liikeradan jatkuva eteneminen horisontaalisuunnassa ja kohoaminen vertikaalisuunnassa vs. radan suunnan muutokset liikkeen loppupisteeseen nähden taakse- ja alaspäin.

Arvioinnit tehtiin kaksi kertaa täysin itsenäisesti ja näkemättä edellisiä arvioita. Toisen arviointikerran pistemäärät summattiin lopulliseksi pistemääräksi.

6. Jalan liikkeen ajoitus
Leg timing

rekisteröintikohde
mittaluku

kolmikulmainen heijastin, polvini-
velen keskikohta
nilkan merkkien lukumäärä sen liik-
keen alusta pään liikeradan ensim-
mäisen nousun loppua vastaavaan merk-
kiin

Arvioin ensin, missä vaiheessa pään liikerata saavutti ensimmäisen nousun tasanteen. Ensimmäinen merkki tällä tasanteella oli nousun loppumisen osoitin. Nilkan radan merkkien lukumäärä mukaan lukien tätä vastaava merkki polven radalla laskettiin yhteen. Saatu mittaluku osoitti askeleen ajoitusta suhteessa pään liikkeeseen, ts. missä vaiheessa jalan nousu oli silloin, kun vartalo oli ojentunut ensimmäisestä noususta.

Liite 2. (jatk.)

Appendix 2. (cont.)

7. Käden käytön tehokkuus

Arm swing

rekisteröintikohde
mittaluku

nauhaheijastin ranteessa
käden käytön arviointi
(kolme arviointia)

Arviointia varten laadittiin normitaulukot, jotka perustuivat aineistosta arvotun n. 25 % näytteen käden liikeratojen biomekaaniin ennakkoanalyysiin. Tämän perusteella laaja eteen ja/tai yläviistoon suuntautunut käden liike oli tehokkain suorituksen avustaja liikkeen alkuvaiheessa. Voimakkaan heilahduksen tuottama impulssi siirtyessään olkanivelen seudun siteiden ja lihasten välityksellä ylävartaloon aiheutti kehon painopistettä eteenpäin siirtävän voiman.

Yhdessä ylävartalon eteen taivutuksen kanssa käsien heilahdus muodosti näin ollen nousemisen tärkeimmän apuliikkeen. Etukäteen arvioiden tästä mittauksesta ei ollut kuitenkaan odotettavissa täyttä hyötyä, koska heijastin jouduttiin kiinnittämään askelta ottavan käden puolelle. Esikokeissa todettiin nimittäin kuvaussuunnasta katsoen kauempana olevan käden jäävän liikkeen alkuvaiheessa niin pahasti muun vartalon peittoon, ettei sen havainnointia voinut suorittaa. Liikkeen normaalimallin kannalta askeltavan jalan vastakkaisen käden heilautus olisi biomekaanisesti myös tärkeä tarkastelukohde. Jatkotutkimuksissa kaikkien raajojen liikkeiden tallennukseen tulisikin kiinnittää lisää huomiota. Tällaisena saatu mittaluku heijastaa askelta ottavan jalan puoleisen käden tahattomia lisäliikkeitä ja/tai voimakasta suorituksen avustuspyrkimystä molemmin käsin.

8. Käden ajoitus

Arm timing

rekisteröintikohde
mittaluku

sama kuin edellä
pään ensimmäisen nousun alkua
edustavan käden merkin etäisyys
nilkan alkumerkin kautta kulke-
vasta pystysuorasta
5 mm:n luokkavälit

Pään ensimmäisen nousun alkupisteeksi otettiin merkki, joka radan alakaarella oli korkeammalla kuin edellinen merkki. Mittaluvuksi määritettiin saatua merkkiä käden liikeradalla vastaavan merkin ja nilkan alkumerkin kautta kulkevan pystysuoran kohtisuora etäisyys. Mittaus pyrittiin kohdistamaan samaan ilmiöön kuin edellisenkin, siis suorituksen avustamisliikkeisiin.

Liite 3.

Appendix 3.

Kuntokokeet Fitness tests

1. Käden puristusvoimakkuus
Hand grip

Faktori

Liikuttamis- 1. kohdetehokkuus (käsi)

Alkuperä

Esitetty mm. artikkelin Nicks & Fleishman (1962) liitteessä A.

Kuvaus

Koehenkilö ottaa seisten mittalaitteesta mahdollisimman mukavan otteen ja tukematta puristavaa kättä mihinkään suorittaa sormilla mahdollisimman lujan puristuksen kämmentä vasten.

Pistemäärä

Tulos luetaan asteikolta kilogramman tarkkuudella.

Ohjeet

1. Suoritetaan kaksi puristusta paremmalla kädellä.
2. Suoritusten välillä tulee olla riittävä lepoaika, ainakin yksi minuutti.

Koehenkilöä kehoitetaan yrittämään parhaansa kummallakin kerralla.

Laitteet

Tässä tutkimuksessa käytettiin Aesculap-merkkistä käsidynamometriä, jonka leveys puristussuunnassa oli 5.7 cm ja jossa oli kg-asteikko 0 - 70. Laite ei vastannut hyvälle mittarille asetettavia rakenteellisia vaatimuksia. Häiritseviä tekijöitä olivat mm. särmien terävyys ja osoittimen huono suojaus.

Käden hikoilusta aiheutuvan liukkauden torjumiseksi käytetään magnesiumoksidia.

Reliabilisuus

Puristusvoimakkuuskokeen reliabilisuus on useissa tutkimuksissa todettu hyväksi. Koululapsilla on esimerkiksi Pitkänen (1964) ilmoittanut yli .90 kertoimia.

Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

2. Vauhditon pituushyppy
Standing broad jump

Faktori

Liikkumis- 1. kehotehokkuus.

Alkuperä

Tämä koe kuuluu kaikkein yleisimpiin motorisen kunnan testeihin, joita USA:ssa on käytetty (esim. Larson 1951).

Kuvaus

Koehenkilö seisoo jalat rinnakkain kovan ponnistuslaudan päällä siten, että varpaiden keskinivel tukee laudan reunaan. Tästä asennosta suoritetaan tasajalkahyppy edessä olevalle matolle. Käsien heilautuksilla saa suoritusta auttaa, mutta jalat eivät ennen ponnistusta saa irrota alustasta (ns. kaksoisponnistus).

Pistemäärä

Hyppy mitataan takimmaisen kantapään jättämästä jäljestä kohtisuoraan korokkeen reunaan tai sen jatkeelle cm:n tarkkuudella.

Ohjeet

1. Kolmeästä suorituksesta parhaan tulos otetaan huomioon.
2. Kaksoisponnistusta ei hyväksytä.
3. Pari harjoitushyppyä sallitaan.
4. Ennen hyppyä koehenkilön kantapäiden takareunoihin jalkapohjan puolelle tulee sivellä magnesiumoksidia tai liitua.

Laitteet

Kova 5 - 10 cm korkea ponnistuslauta.

Käytettävän ponnistuslaudan paksuinen voimistelumatto kiinnitysruuineen. Matto tulee kiinnittää siten, että ponnistuspaikan ja maton etäisyys voidaan säätää samaksi ennen jokaista hyppyä.

Liitua tai magnesiumoksidia

Mittanauna.

Reliabilisuus

Ilmoitetut kertoimet osoittavat korkeaa reliabilisuutta: .86 - .92 (Pitkänen 1964, Barrow 1954).

Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

3. Penkkipunnerrus
Bench press

Faktori

Liikuttamis- 1. kohdetehokkuus.

Alkuperä

Esitetty mm. artikkelin Nicks & Fleishman (1962) liitteessä A.

Kuvaus

Koehenkilö on selinmakuulla voimistelupenkillä pää penkin päällä ja jalat lattiaan tukien. Painonnostotanko (harjoitustanko) otetaan hartiaain levyisellä otteella joko erityiseltä telineeltä tai kokeenjohtajan antamana ojennetuille käsivarsille rinnan yläpuolelle. Tästä asennosta tankoa lasketaan parin cm:n päähän rintakehästä ja nostetaan takaisin ojennetuille käsille mahdollisimman nopealla tempolla. Avustaja tukee suorittajaa jaloista ja toinen kevyesti päästä.

Pistemäärä

Hyväksytyjen tangon nostojen kertamäärä 20 s:ssa.

Ohjeet

1. Tanko tulee nostaa joka kerran siten, että molemmat kädet oikeavat täysin.
2. Tankoa ei saa laskea lujalla vauhdilla osumaan rintakehään. Pieniä kosketuksia ei kuitenkaan oteta huomioon.
3. Molempien avustajien tulee olla varuillaan joka hetki otamaan tanko pois suorittajalta, jos hän sitä pyytää tai tilanne muuten vaatii.

Laitteet

Käytetään tankoa, jonka paino on 31 kg (tässä tutkimuksessa). Lapsia testattaessa tulee kuitenkin käyttää kevyempää tankoa. Käytettävän penkin tulee olla riittävän tukeva ja niin leveä, että se tukee hyvin selkää, muttei estä käsien liikkeitä. Normaalityyppinen voimistelupenkki täyttää nämä vaatimukset tyydyttävästi.

Reliabilisuus

Fleishman (1964, 59) ilmoittaa uusintatetaustuskertoimena .90.

Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

4. Ketteryysjuoksu Agility run

Faktori

Liikkumis- 1. kehotehokkuus ja ketteryys

Alkuperä

Esitetty mm. käsikirjassa Tests and measurements in health and physical education (McCloy & Young 1954, 78).

Kuvaus

Komennolla "valmiit" koehenkilö asettuu lähtöpaikalle, jalat viivan takana. Komennolla "nyt" henkilö juoksee merkityn radan edestakaisin.

Pistemäärä

Se aika, joka on kulunut lähtömerkistä siihen hetkeen, jolloin juoksijan rinta leikkaa lähtötason, 0.1 s:n tarkkuudella.

Ohjeet

1. Käytettävissä on vain yksi suorituskerta, mutta mikäli tapahtuu tahaton virhe radan kiertämisessä, annetaan yksi ylimääräinen suorituskerta.
2. Juoksu suoritetaan kumipohjaisiin tossuihin.
3. Yksi harjoituskerta sallitaan.

Laitteet

Rata merkitään voimistelusalissa, jossa on puu- tai laattalattia. Merkkipylväiksi tarvitaan 6 korkeushyppytelinettä tai vastaavaa, vähintään 180 cm:n korkuista keppiä, jotka voidaan asettaa lattialle pystyasentoon.

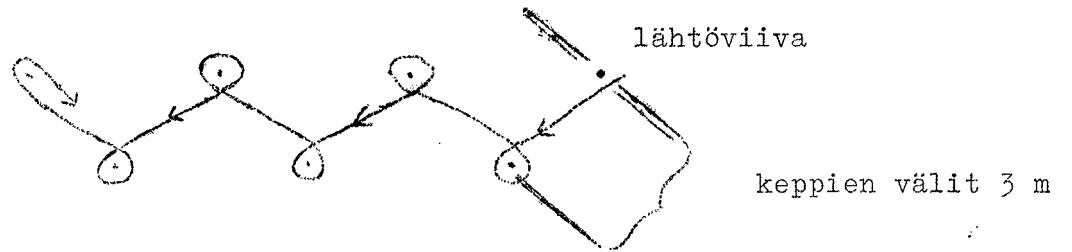
Sekunttikello, jossa on vähintään 2/10 s:n jaotuksella merkitty asteikko.

Reliabilisuus

Ketteryysjuoksutehtävien reliabilisuus on yleensä hieman alhaisempi kuin voimakkuuden testeillä. Pitkänen (1964, 24) on saanut samantapaisella tehtävätyypillä keskimäärin .80 suuruisia kertoimia.

Pelkkien edestakaisin juoksujen (sik-sak) reliabilisuus on hieman parempi. Fleishman ilmoittaa (1964, 59).85 esimerkiksi "Shuttle run" -testin reliabilisuuskertoimeksi.

radan kaavio



Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

5. Käsinkohonta
Chins

Faktori

Kestovoimakkuus.

Alkuperä

Koe kuuluu kaikkein yleisimmin käytettyihin motorisen kunnan testistöihin (esim. Nicks & Fleishman 1962, Liite A).

Kuvaus

Koehenkilö tarttuu riipuntakorkeudella olevaan rekkitankoon vastaotteella ja suorittaa niin monta käsinkohontaa 20 s:ssä kuin jaksaa siten, että leuka käy suorituksen yläasennossa tangon yläpuolella, ja ala-asennossa kädet oikeavat täysin kyynärnivelistä. Merkillä "nyt" aloitetaan suoritus ja "seis"-komennolla lopetetaan.

Pistemäärä

Hyväksytyjen kohontojen lukumäärä "seis" merkkiin mennessä on lopullinen tulos.

Ohjeet

1. Koe suoritetaan yhden kerran.
2. Jalkojen heitolla, vartalon kierrolla tai heilunnalla ei suoritusta saa auttaa.
3. Ennen suoritusta koehenkilön tulee hieroa kämmeniinsä ja sormiinsa magnesiumoksidia liukumisen estämiseksi.
4. Vaillinaisia kohontoja ei lueta lopputulokseen mukaan (tässä tutkimuksessa). Kuitenkin lapsilla suoritettavissa kokeissa voidaan puoleksi suorituskerraksi lukea kohonta, jossa olkavarasi on noussut vähintään vaakatasoon saakka. Tästä seuraa luonnollisesti muutos pistemäärän laskemishjeissa.

Laitteet

Riipuntakorkeudella oleva rekki.

Tuoli tai pienet portaat.

Magnesiumoksidia

Reliabilisuus

Koe kuuluu kaikkein reliabeleimpiin käytetyistä kuntomitoista. Fleishman (1964, 59) ilmoittaa kertoimen .93, joka vastaa myös muissa teoksissa samasta kokeesta mainittuja arvoja.

Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

6. Kyykkynotkistus

Knee bend

Faktori

Liikkumistehokkuus ja kestovoimakkuus.

Alkuperä

Esitetty mm. artikkelin Nicks & Fleishman (1962) liitteessä A.

Kuvaus

Koehenkilö asettuu seisomaan sileän seinän viereen selin, kantapäät 5 cm seinästä. Tästä asennosta suoritetaan niin monta täydellistä kyykkyynmenoa ja ojennusta kuin ehditään yhden minuutin aikana.

Pistemäärä

Kokeen lopputulos on määrääjassa suoritettujen notkistusten lukumäärä.

Ohjeet

1. Koe suoritetaan kerran.
2. Jos tasapaino ei ensimmäisellä kerralla säily, saa kokeen uusia kerran.
3. Ennen varsinaista koetta sallitaan muutamia harjoituskerroja.
4. Kyykkyasento tulkitaan täydelliseksi, kun reiden yläpinta painuu vähintään vaakatasoon asti.

Laitteet

Sekuntikello.

Reliabilisuus

Verrattaessa tätä muutamiin Fleishmanin (1964, 59) esittämiin jalkojen voimakkuustesteihin, voidaan odottaa samaa tasoa olevaa reliabilisuutta. (Esim. "Deep kneebends" .85 ja "Push weights" .78).

Liite 3. (jatk.)

Appendix 3. (cont.)

7. Maksimaalinen hapenottokyky
Max. oxygen uptake

Faktori

Rasituskestävyys.

Alkuperä

Åstrandin (1961) esittämä menetelmä.

Kuvaus

Koe suoritetaan Åstrandin kehittämän menetelmän mukaan siten, että mitataan 6 minuutin polkupyöräergometrikokeessa tuotettu 5. ja 6. minuutin keskisyke eli työsyke ja määritellään sen perusteella epäsuorasti maksimaalinen hapenotto.

Pistemäärä

Lopullinen tulos saadaan laskemalla hapenotto ml:oina painokiloa kohti.

Ohjeet ja laitteet

Ks. Åstrandin käsikirjanen.

Reliabilisuus

Kokeen laatija ei ilmoita käsikirjassaan mittarin luotettavuutta koskevia tietoja. Sen sijaan Borg (1962, 33-34) mainitsee PWC₁₇₀ -mittausten pulssiarvojen reliabilisuustutkimuksissa saadun uusintatestauskertoimeksi .76 ja samalla mittauksella 4. ja 6. minuutin pulssiarvojen väliseksi korrelaatioksi .98. On kuitenkin otettava huomioon, että Åstrandin menetelmään liittyy pulssin mittauksen ohella useita muita tekijöitä, jotka voivat laskea tuloksen reliabilisuutta.

Liite 4.

Appendix 4.

I n s t r u k t i o kuntomittauksia varten

The general instructions for fitness tests.

Tällä tunnilla on tarkoituksena suorittaa joukko motorisen suorituskyvyn kokeita ns. kuntotestejä. Näiden kokeiden suorittaminen kuuluu ensimmäisenä osana tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää motorisen kunnan ja liikkumistavan tai "tyylin" välisiä yhteyksiä. Toisessa osassa on nimittäin tarkoituksena valokuvata joitakin yksinkertaisia liikesuorituksia. Oven luona tuolilla on lista, johon toivon jokaisen merkitsevän nimensä sellaisen ajan kohdalle, jolloin on vapaa tulemaan kuvaukseen. ¹⁾Voitte tehdä sen tämän tilaisuuden aikana odotellessanne vuoroanne tai vasta testauksen jälkeen. Tutkimuksen luonteesta johtuen toivon, että jokainen nyt läsnä oleva koettaisi tulla myös liikekuvaukseen, koska muussa tapauksessa tämä tilaisuus menee täysin hukkaan.

Selostan ja näytän nyt jokaisen kuntotehtävän siinä järjestyksessä kuin ne on tarkoitus suorittaa. Kysykää epäselvistä kohdista. (Näyttäminen).

Nyt voidaan mittaukset aloittaa. Haluan korostaa, että tutkimuksen onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että jokainen yrittää kaikissa suorituksissa parhaansa. Saadulla tiedolla on tietysti myös kullekin henkilökohtaisesti oma merkityksensä. Ensimmäiseltä testauspaikalta saatte testikortin, johon kaikki tulokset merkitään. Odotellessa vuoroanne voitte täyttää muut kortissa esiintyvät kohdat taustatietojen osalta.

Mittauspaikoille tullaan aina aakkosjärjestyksessä. Muistakaa verryttely.

¹⁾Kuvausaikojen listassa oli liitteenä seuraava huomautus:

Kuvaukset tapahtuvat psykologian laitoksella (IV rakennus, 2. kerros). Jokaisen tulisi ottaa mukaansa uimahousut tai shortsit. Huomautetaan lisäksi, että pitäisi välttää ruokailua välittömästi ennen tilaisuutta.

Liite 5.

Appendix 5.

I n s t r u k t i o koeliikkeen valokuvausta varten
(annettiin nauhoittimen avulla)

The instructions for recording the experimental motion
(by tape recorder)

Tarkoituksemme on nyt valokuvata kahden suorituksen liikeratoja tällaista salamavalolaitetta käyttäen, laitteet ovat tässä (näytetään). Näiden toimiessa havaitsette erilaisia ääniä sekä toistuvaa salamavalon välähtelyä. Niistä teidän ei kannata välittää mitään. Sen sijaan liikkeen aloittamismerkkinä on tällainen summeriääni (äänisignaali esitetään), jonka kuuluessa tulee liike aloittaa heti. Korostan vielä lopuksi, että kyseessä ei ole minkäänlainen kilpailu tai arvostelu, vaan liikeratojen rekisteröinti, jossa jokaisen oma suoritustyyli on tärkeintä.

Asettukaa istumaan vasemmanpuoleiselle tuolille kasvot toista tuolia kohti. Asettakaa jalkanne listan etupuolella olevien valkoisten merkkien kohdalle niin, että kantapäät nojaavat listaan sekä siirtykää ohjeitteni mukaan eteen tai taakse niin, että säärien etusyrjät ovat kohtisuorassa lattian tasoa vastaan. Antakaa käsien riippua vapaasti sivuilla. Nouskaa tästä asennosta ylös edessä olevalle tuolille seisomaan. Aloittakaa välittömästi summerimerkin saatuanne, mutta älkää hypätkö. Tämänpuoleinen jalka siis ensin. Oletteko valmis?

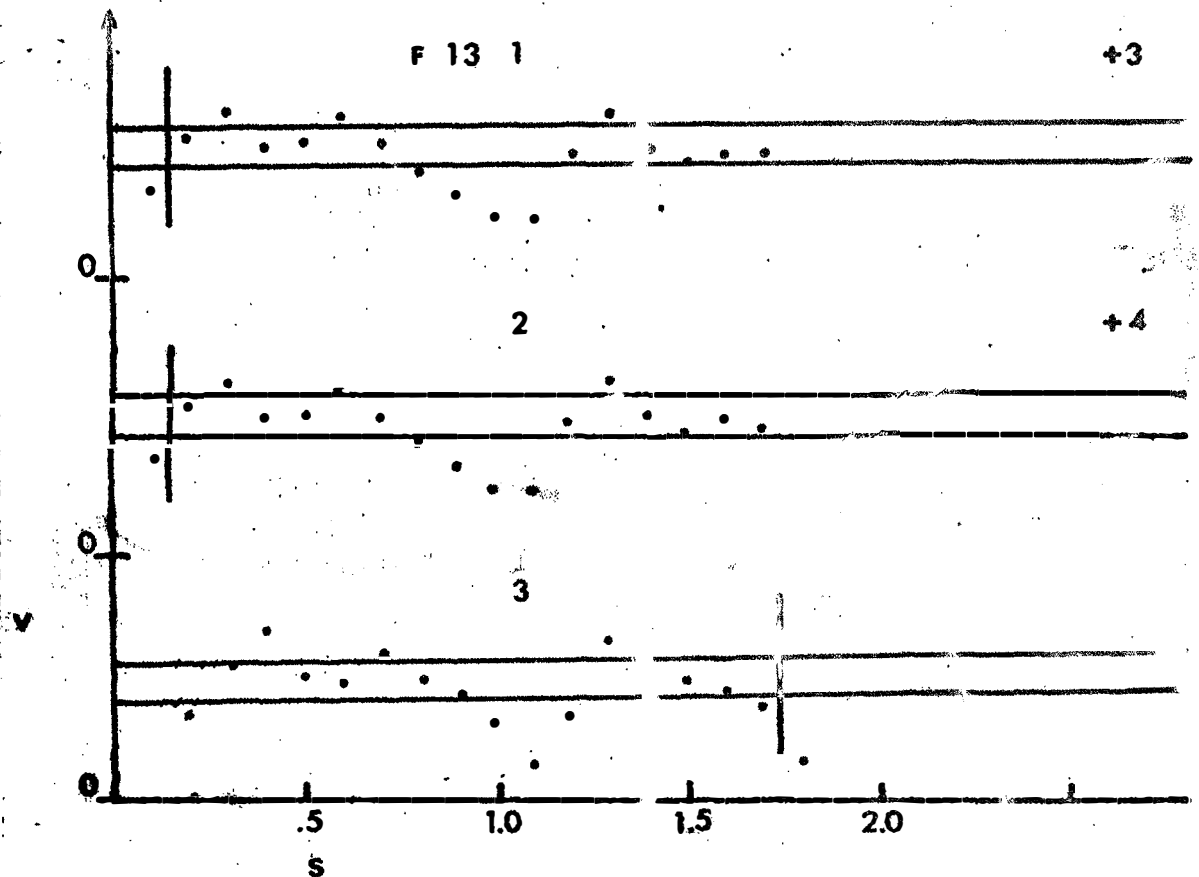
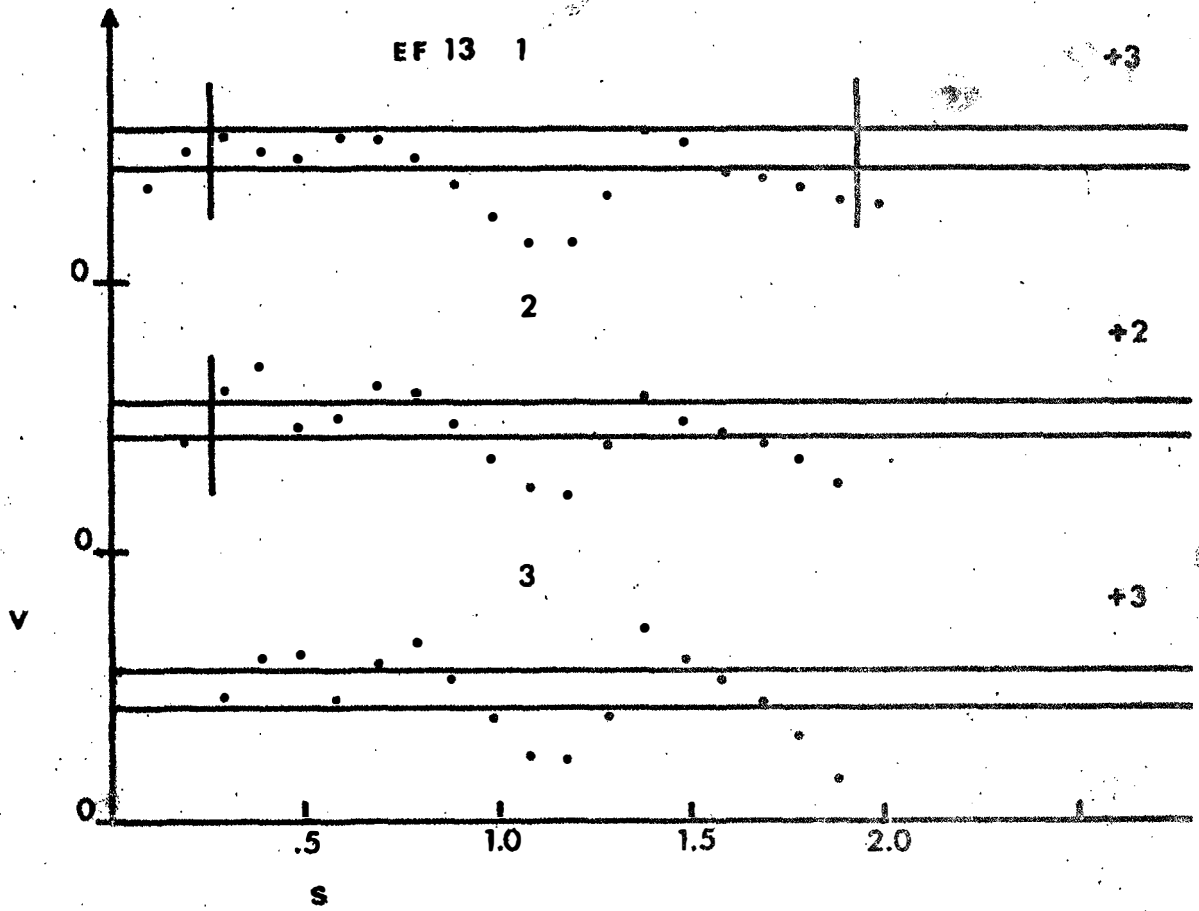
Toisen liikkeen ohjeet.

Asettukaa vasemmanpuoleiselle viivalle seisomaan varpaat viivalle ja kasvot äskeiseen suuntaan, siis ovelle päin. Suorittakaa tästä asennosta hyppy tasajalkaa korokkeen yli. Aloittakaa välittömästi summerimerkin jälkeen.

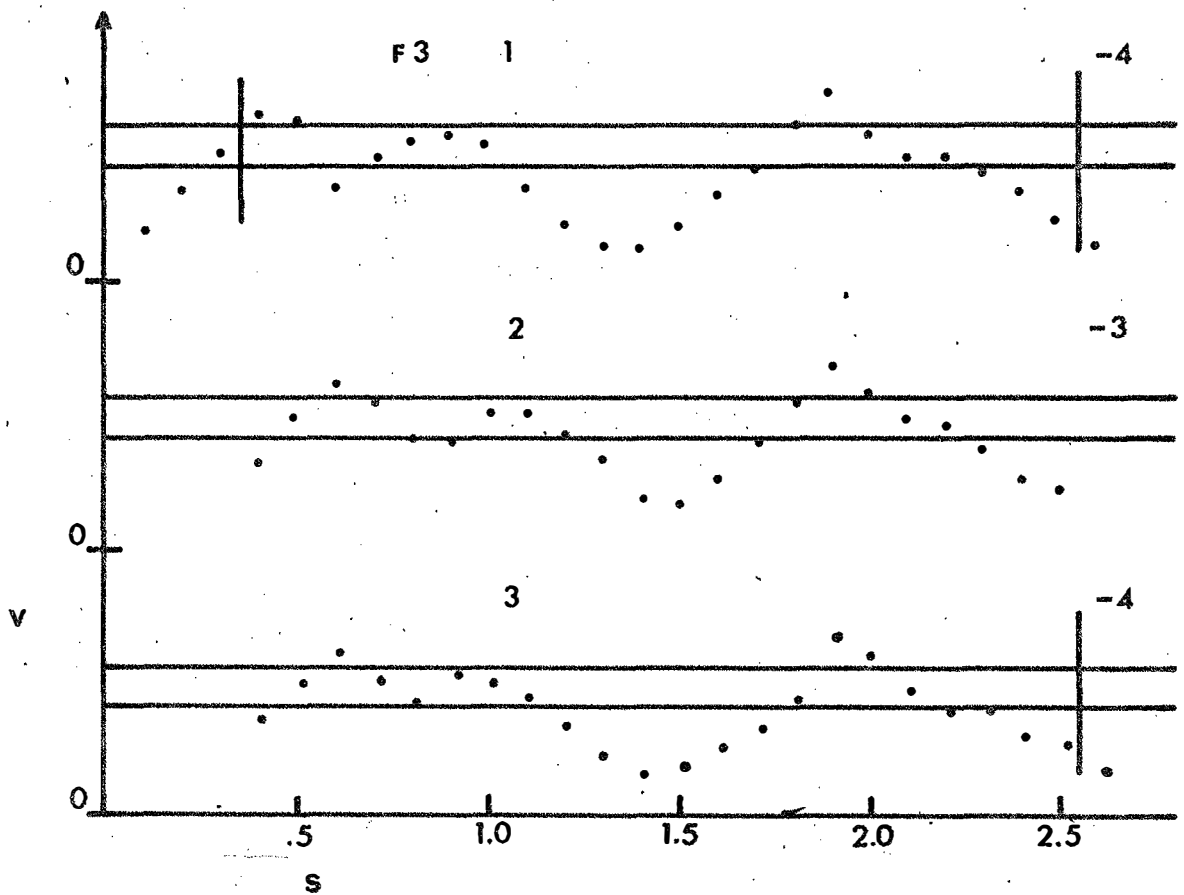
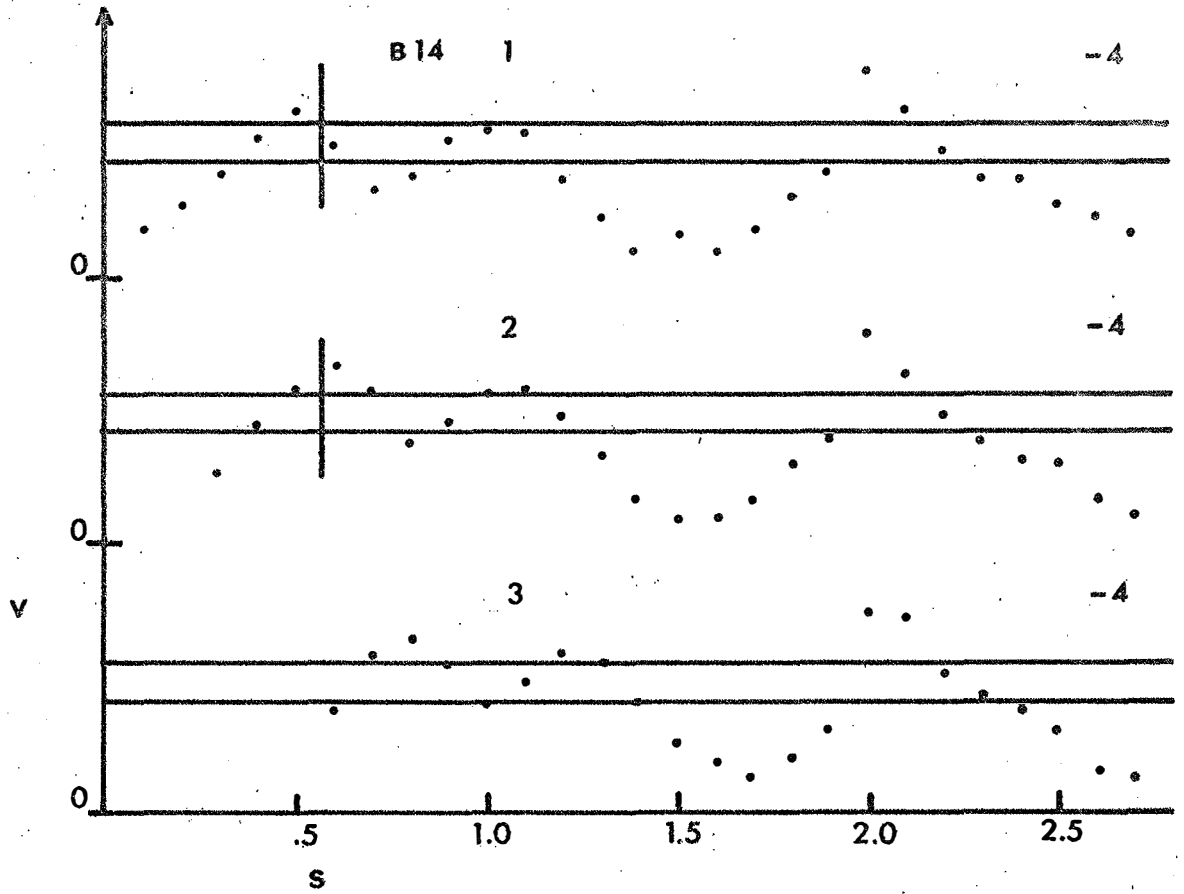
Oletteko valmis?

Liite 6. Pään liikkeen nopeuskäyrät.
Appendix 6. Velocity curves of head motion.

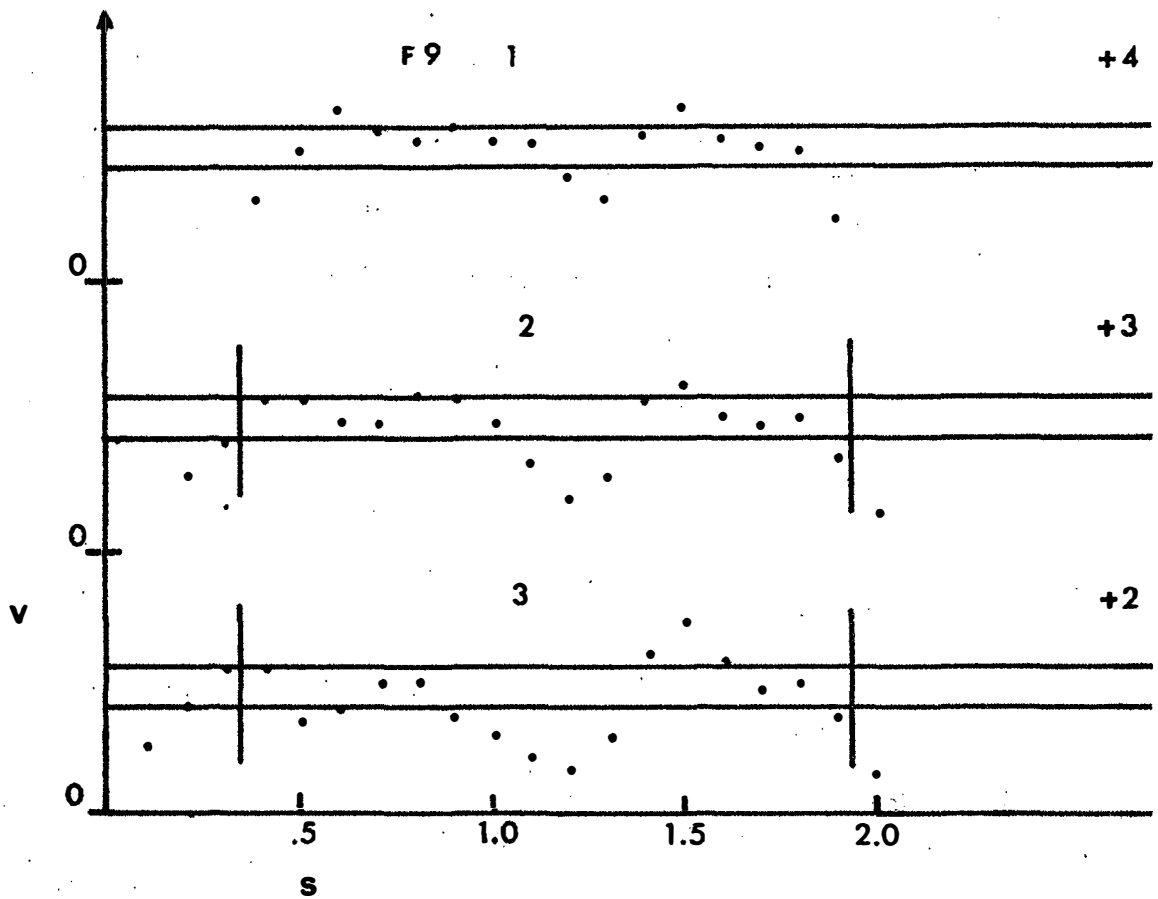
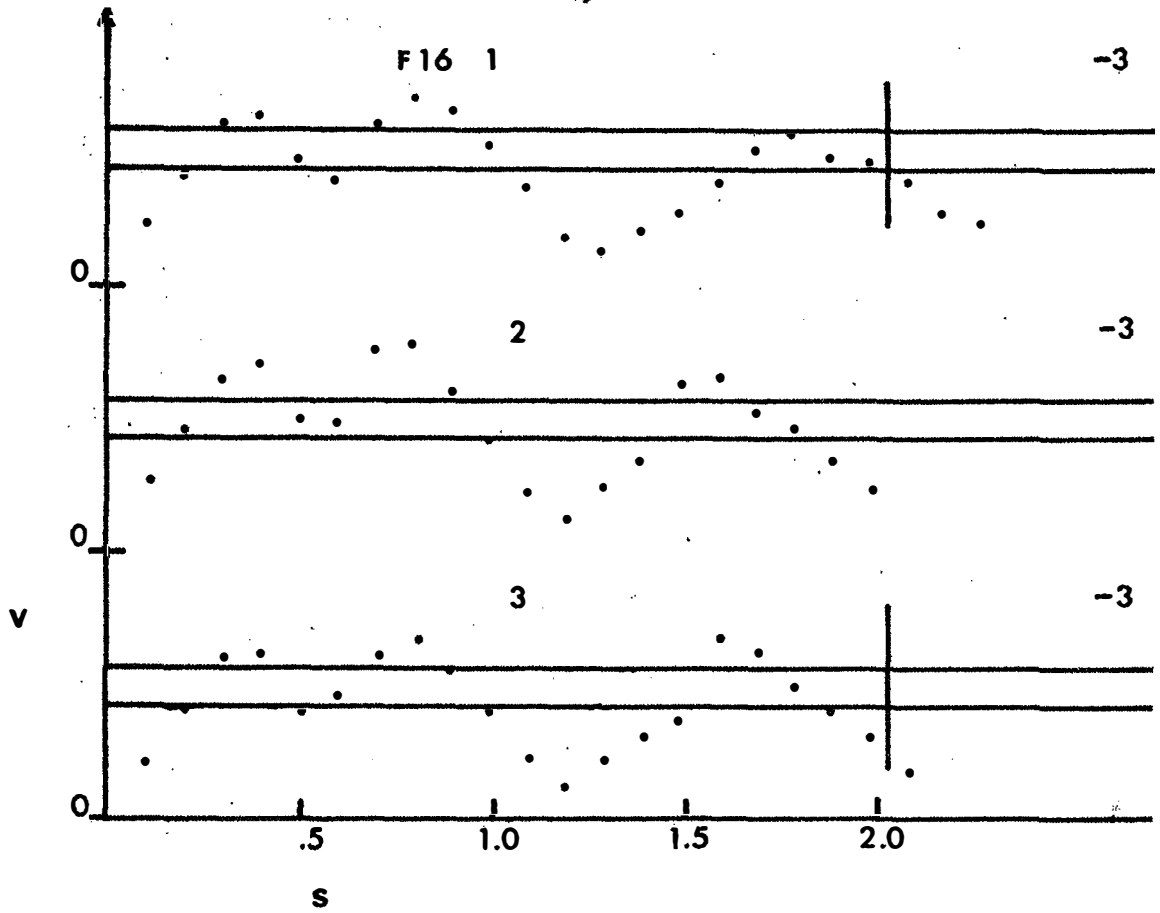
Liikkeen suoritusnopeuden vaihtelut graafisesti esitettynä.
Numerointi 1-3 = suorituskerrat, oikealla sujuvuusarvio.



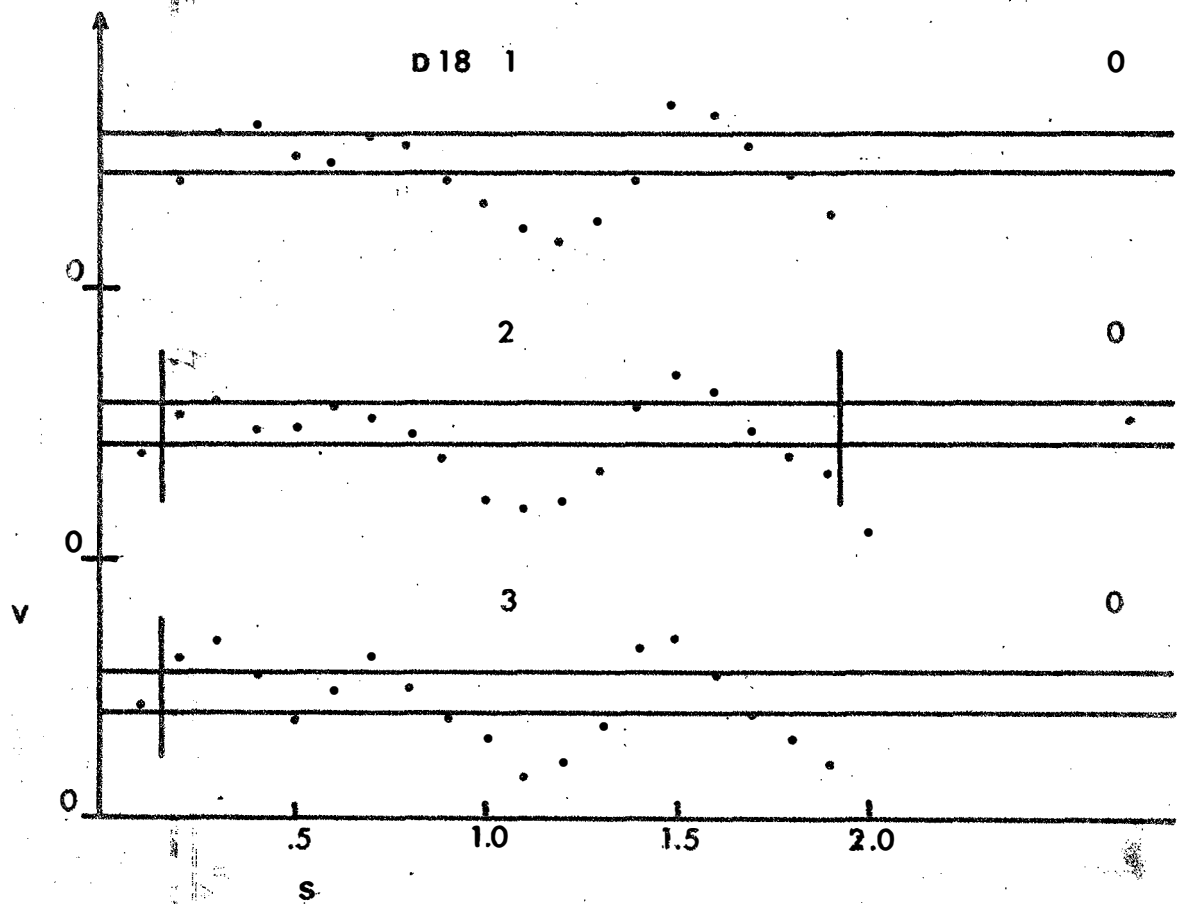
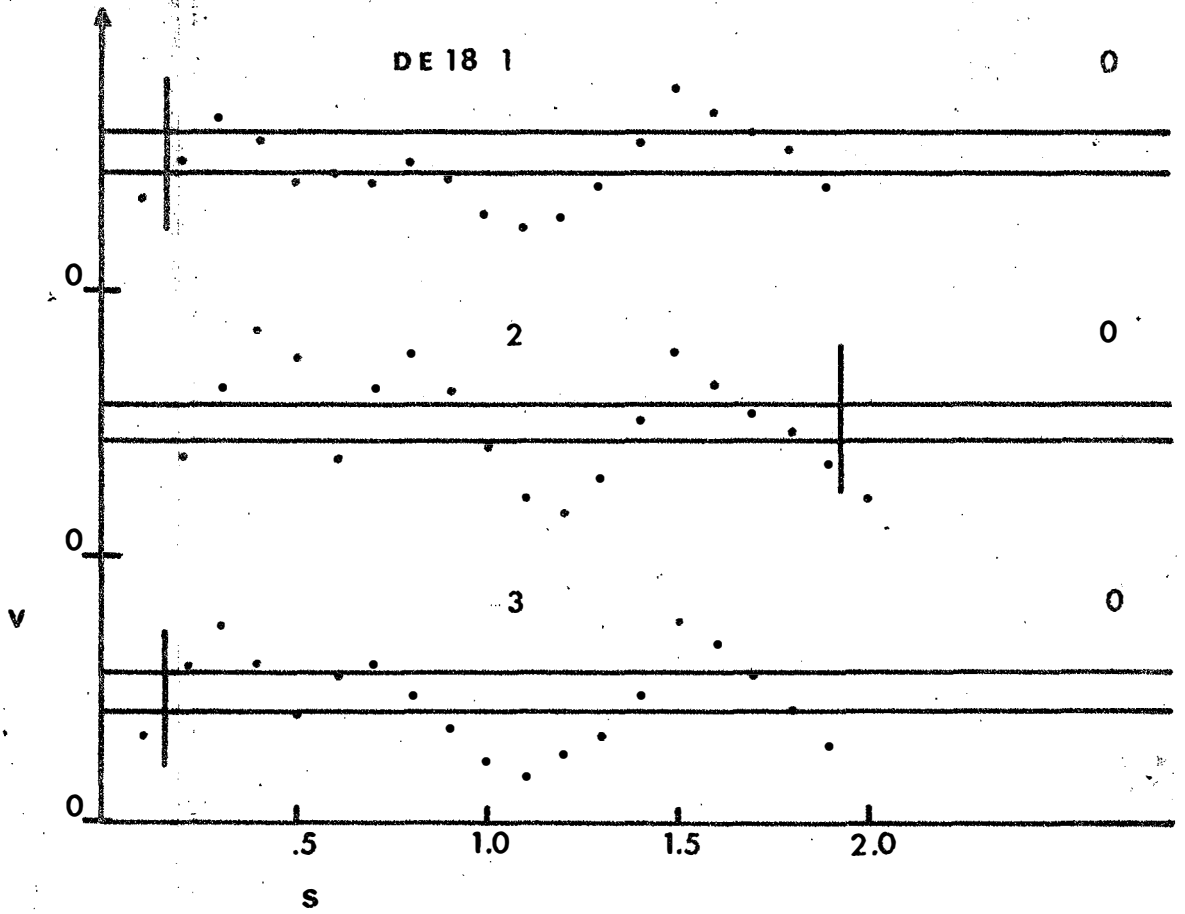
Liite 6. (jatk.)
Appendix 6. (cont.)



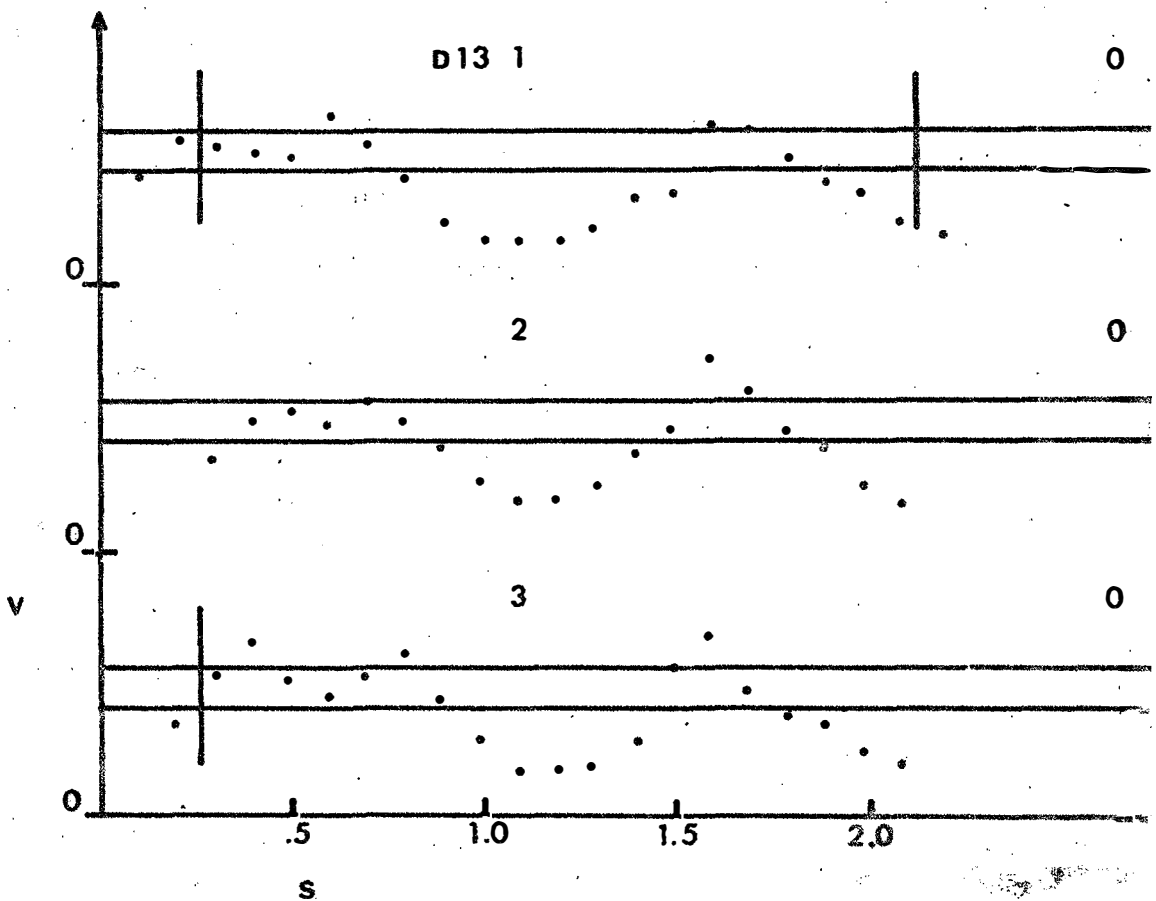
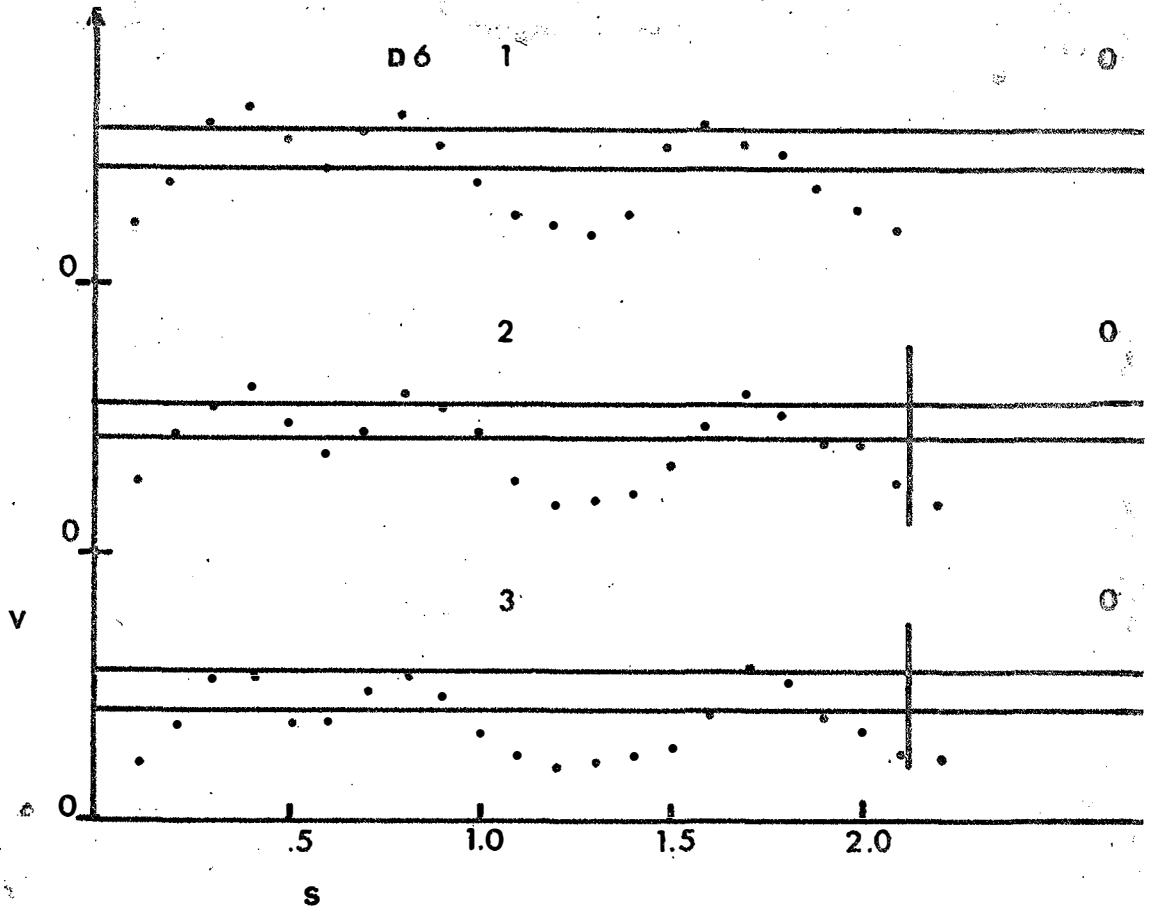
Liite 6. (jatk.)
Appendix 6. (cont.)



Liite 6. (jatk.)
Appendix 6. (cont.)

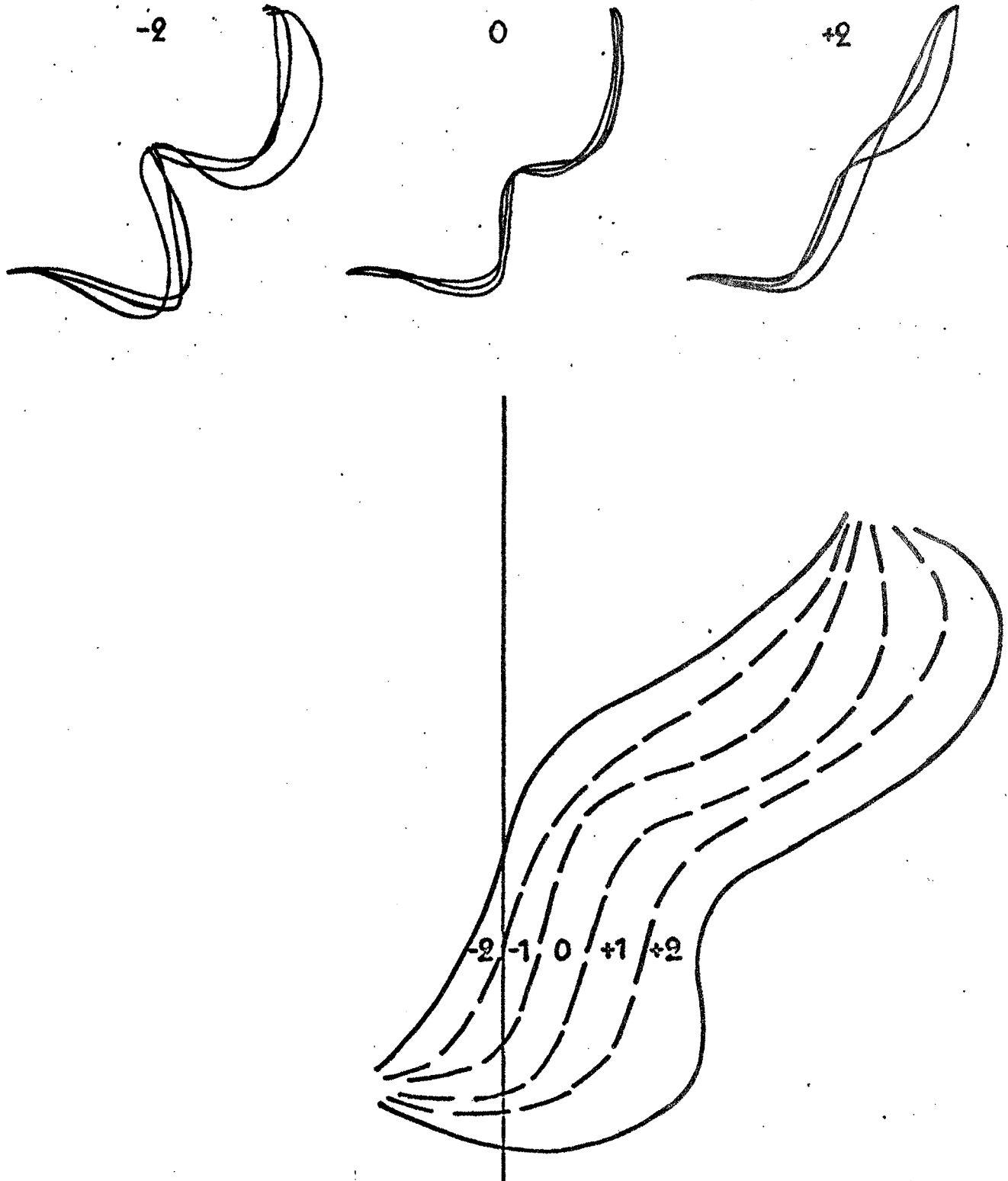


Liite 6. (jatk.)
Appendix 6. (cont.)



Liite 7 ja 8.
Appendix 7 and 8.

Pään liikeradan sujuvuuden (ylempi kuva) ja käden käytön tehokkuuden (alempi kuva) arviointinormit.
Evaluating norms for fluency of path (head motion, above) and effectiveness of arm swing (below).



Liite 9.
Appendix 9.

Pääanalyysien riippumattomien ja riippuvien muuttujien välisten assosiaatioiden suora- ja käyräviivaisuuden voimakkuudet

Estimation of the strength of linear and curvilinear relationship between independent and dependent variables of the main analysis

Riippumaton muuttuja	Selitysprosentti suora-/käyräviivaisen suhteen avulla ¹
Independent variable	Per cent of variance attributable to linear/ to curvilinear relationship
Elinikä	Liikkeen vaiht., Motion variab. (1.) -/15 ² ;
Age	Liikkeen laajuus, Width of path (2.) -/12
Paino	Kokon. aika, Motion time (2.) -/18; Liikkeen
Weight	laajuus, Width of path (2.) -/12; Jalan ajoitus, Leg timing (1.) -/11
Pituus	L. vaihtelu, Motion variab., (3.) -/17; L.
Height	laajuus, Width of path (1.) 13/19, (2) 10/-, (3) 16/-
Käden puristusvoim.	
Hand grip	
V. ton pituushyppy	Käden ajoitus, Arm timing (3.) -/10
St. broad jump	
Penkkipunnerrus	K. aika, Motion time
Bench press	(2.) -/12, (3.) -/10; L. vaihtelu
	Motion variab. (2.) -/10; J. ajoitus, Leg timing (2.) -/12; K. ajoitus, Arm timing (2.) -/12.
Ketteryysjuoksu	K. aika, Motion time (3.) 10/-; L. vaihtelu,
Agility run	Motion variab. (2.) -/11
Käsinkohonta	
Chins	J. ajoitus, Leg timing (2) -/10
Kyykkynotkistus	
Knee bend	L. laajuus, Width of path (1.) -/10
Työsyke	
Working heart rate	
Voimistelun arvosana	L. vaihtelu, Motion variab. (2.) -/15
Mark in gymnastics	
Urheilun arvosana	
Mark in other sports	

¹ Alle 10 olevat prosenttiluvut on jätetty mainitsematta.
Percentages below 10 % are omitted

² (1.) (2.) (3.) = 1., 2. ja 3. mittauskerta. (1.) (2.) (3.) = 1:st, 2:nd, 3:rd measurement.

Liite 10.

Appendix 10.

Rotatoimattomat faktorilataukset Unrotated factor loadings

1. Pääanalyysi 1. Main analysis								2. Pääanalyysi 2. Main analysis								3. Pääanalyysi 3. Main analysis								
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	-11	09	-29	08	47	01	00	-06	-11	-17	23	28	43	00	16	02	-12	-32	-20	-03	44	08	07	03
2.	-15	-42	-76	11	07	01	-05	-06	-11	17	86	13	08	07	-10	03	-20	-60	44	19	23	10	11	03
3.	-20	-60	-30	-32	-24	-02	12	-06	-13	48	52	-30	-19	-04	16	00	-18	-47	55	-17	-34	05	05	10
4.	21	-39	-27	10	-16	-01	21	01	25	24	37	14	-28	04	07	17	21	-25	50	17	06	-08	-20	00
5.	70	-30	06	-21	-12	01	13	-08	72	26	00	-16	-11	-02	13	15	74	-04	26	-07	-16	09	-04	01
6.	58	-25	-41	27	24	-24	-09	11	61	00	43	29	15	29	-01	-16	33	-25	26	03	42	-34	11	01
7.	-56	14	-08	25	-13	-28	10	08	-58	-14	05	15	-19	22	04	-10	-61	06	00	12	03	-32	-08	02
8.	73	-15	33	-04	-05	-32	05	00	75	14	-28	-10	-10	27	10	-04	76	20	12	-26	-05	-31	10	00
9.	56	-07	05	-07	25	-07	-18	02	60	-01	-03	-01	22	03	-19	02	58	01	00	-02	15	02	09	-28
10.	22	30	00	03	35	05	34	-07	18	-21	-14	20	23	-05	21	18	19	00	-29	-18	35	05	-21	18
11.	66	-11	22	26	00	05	04	04	66	12	-21	23	-07	01	06	-16	63	25	11	-07	05	-02	-11	20
12.	46	-19	-01	02	10	35	-02	-06	49	09	07	10	05	-35	-11	11	43	00	16	-07	12	38	-07	-03
13.	-39	-44	45	40	10	-06	09	-13	-30	54	-35	37	-12	13	01	05	-41	57	44	-08	19	06	-01	16
14.	-28	-23	10	-40	33	04	04	17	-08	49	-06	-28	39	03	-10	03	-12	-32	-13	-62	15	00	-04	-09
15.	-23	-41	22	-34	17	-11	00	10	-14	57	-03	-09	27	-17	21	-25	-31	-13	-14	-57	-22	-08	-10	-03
16.	51	53	-35	-15	-24	00	00	03	35	-60	27	-33	-08	-07	07	-15	45	-43	-39	25	-31	-05	01	15
17.	01	17	-14	07	02	08	28	22	-01	-23	07	23	-06	-29	18	00	03	-33	-10	13	00	-09	-42	-10
18.	-02	39	-13	-31	16	-26	07	-21	-15	-24	-04	-28	20	34	16	17	03	-30	-40	-20	-01	01	13	18

Liite 10. (jatk.)

Appendix 10. (cont.)

Riippumattomat variaabelit					Riippuvat variaabelit				
Independent variables					Dependent variables				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
1.	-16	08	-44	-15	12	89	28	17	-05
2.	-28	-60	-51	-34	04	-77	14	-47	03
3.	-26	-86	02	23	01	-05	51	-33	12
4.	-29	-75	09	36	-02	09	57	-40	-17
5.	18	-44	-12	-09	-08	-68	-41	11	-09
6.	70	-35	04	20	03	-13	-13	-02	-23
7.	51	-26	-49	-37	-23	-40	59	41	-09
8.	-57	11	02	-10	-32	-52	44	49	07
9.	79	-05	12	15	-30				
10.	60	00	-08	-12	06				
11.	16	37	-60	47	02				
12.	32	-16	76	-30	08				
13.	67	03	-08	06	-12				
14.	49	-11	-12	-04	41				

Liite 11.

Appendix 11.

Variaabelipistemäärät. Keskiarvot ja standardipoikkeamat.
Variable scores. Means and standard deviations.

Muuttuja		K	S.P.
Variable		M	S.D.
1	Elinikä Age	305.710	41.810
2	Kehon paino Weight	71.154	7.795
3	Kokonaispituus Height	176.250	5.681
4	Pituus-istumapituus Height-Sitting height	85.988	3.698
5	Käden puristusvoimakkuus Hand grip	56.726	11.019
6	Vauhditon pituushyppy Standing broad jump	247.321	18.619
7	Penkkipunnerrus Bench press	14.988	3.806
8	Ketteryysjuoksu Agility run	288.452	19.366
9	Käsinkohonta Chins	8.202	3.372
10	Kyykkynotkistus Knee bend	46.821	6.187
11	Maks. hapenotto Max. oxygen up take	45.119	13.985
12	Työsyke Working heart rate	47.761	8.481
13	Voimistelun arvosana Mark in gymnastics	8.083	1.373
14	Urheilun arvosana Mark in other sports	8.642	0.995
15 1.	Liikkeen kokonaisaika	20.642	3.435
16 2.	Motion time	20.464	3.496
17 3.		19.571	3.009
18 1.	Pään keskimääräinen nopeus	29.464	3.563
19 2.	Mean velocity	30.142	3.897
20 3.		30.785	3.654
21 1.	Pään osanopeuksien varianssi	12.738	3.851
22 2.	Motion velocity variability	13.476	4.156
23 3.		14.047	4.245
24 1.	Liikkeen laajuus	13.250	2.886
25 2.	Width of path	13.202	2.658
26 3.		13.095	2.291
27 1.	Liikeradan sujuvuus	-0.309	2.087
28 2.	Smoothness of path	-0.369	1.974
29 3.		-0.178	1.890
30 1.	Jalan liikkeen ajoitus	5.845	2.270
31 2.	Leg timing	5.797	2.282
32 3.		5.583	2.082
33 1.	Käden käytön tehokkuus	0.023	1.194
34 2.	Arm swing	0.119	1.179
35 3.		0.119	1.228
36 1.	Käden ajoitus	-0.011	2.407
37 2.	Arm timing	0.095	2.413
38 3.		0.047	2.636

Riippuvien faktoripisteiden ja variaabelipisteiden keskiarvot kuntoryhmittäin (ryhmät 1-4). Riippuvat faktorit: TM=Tempo, AM=Käden avustavat liikkeet, HM=Raskasliikkeisyys. Kuntofaktorit: GSP=Yleinen voimakkuus-tehokkuus, H=Pituus, E=Kestävyys, MP=Liikuttamistehokkuus, RP=Liikumistehokkuus.

The means of the dependent variables (factor scores and variable scores) at the different levels (groups 1-4) of each independent fitness factor. Dependent factors: TM=Tempo of motion, AM=Auxiliary arm movements, HM=Heaviness of motion. Fitness factors: GSP=General strength-power, H=Height, E=Endurance, MP=Moving power, RP=Running power.

TM/GSP measurements			AM/GSP measurements			TIME/GSP measurements			VELOCITY/GSP measurements			VARIABILITY/GSP measurements			WIDTH/GSP measurements								
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.						
1.	-2.3	-0.5	0.4	1.	-0.3	0.6	0.7	1.	21.0	20.5	20.0	1.	29.1	30.0	30.2	1.	12.8	12.8	13.6	1.	13.2	12.5	13.3
2.	-2.3	-1.5	0.4	2.	1.3	1.3	1.0	2.	21.0	20.6	19.9	2.	29.4	30.4	30.5	2.	13.4	14.0	15.0	2.	13.7	13.6	13.2
3.	-1.5	0.2	1.6	3.	0.2	0.5	-0.2	3.	20.6	20.2	19.5	3.	29.7	30.3	30.9	3.	13.4	13.2	15.0	3.	14.3	13.5	13.7
4.	0.0	0.0	5.5	4.	-2.7	-1.5	-0.2	4.	20.0	20.3	18.5	4.	29.7	29.7	31.8	4.	11.2	13.2	12.6	4.	12.7	12.8	12.1
HM/GSP measurements			SMOOTHNESS/GSP measurements			LEG TIMING/GSP measurements			ARM SWING/GSP measurements			ARM TIMING/GSP measurements											
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.									
1.	-1.6	-0.3	-0.1	1.	-0.7	-0.5	-0.3	1.	5.9	5.7	5.7	1.	-0.0	0.1	0.0	1.	0.2	0.4	0.4				
2.	0.2	2.6	1.3	2.	-0.5	-0.8	-0.7	2.	6.0	6.2	6.0	2.	0.3	0.4	0.2	2.	0.4	0.1	0.2				
3.	0.7	0.4	1.7	3.	-0.5	-0.1	-0.3	3.	5.8	6.0	5.3	3.	0.0	0.1	0.1	3.	0.0	0.2	-0.3				
4.	-3.2	-0.2	-1.2	4.	0.5	-0.1	0.5	4.	5.4	5.4	5.3	4.	-0.2	-0.1	0.1	4.	-0.7	-0.3	-0.2				
TM/H measurements			AM/H measurements			TIME/H measurements			VELOCITY/H measurements			VARIABILITY/H measurements			WIDTH/H measurements								
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.						
1.	-0.9	0.9	2.7	1.	0.5	-1.4	0.5	1.	20.0	19.3	18.7	1.	28.8	29.7	30.3	1.	11.8	12.5	13.6	1.	12.3	12.5	12.4
2.	-4.3	-4.0	-0.2	2.	-2.3	0.0	-3.0	2.	21.5	21.7	20.0	2.	28.1	28.4	29.6	2.	12.6	13.4	13.7	2.	12.6	12.0	11.7
3.	0.1	-1.0	2.4	3.	1.7	1.6	1.1	3.	20.1	20.5	19.3	3.	30.2	30.0	31.2	3.	13.1	13.0	13.2	3.	14.1	13.2	13.7
4.	-1.1	2.4	3.0	4.	-1.4	0.7	2.5	4.	21.0	19.8	18.7	4.	30.7	32.3	32.2	4.	13.4	14.5	15.7	4.	14.8	15.1	14.6
HM/H measurements			SMOOTHNESS/H measurements			LEG TIMING/H measurements			ARM SWING/H measurements			ARM TIMING/H measurements											
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.									
1.	-5.3	-3.7	-3.0	1.	0.3	-0.1	0.0	1.	6.2	6.7	5.8	1.	0.1	-0.1	0.0	1.	0.3	-0.2	0.3				
2.	-3.3	-2.3	-2.5	2.	-0.6	-0.5	-0.6	2.	5.2	5.4	4.8	2.	-0.1	0.0	-0.1	2.	-0.5	0.2	-1.0				
3.	0.7	1.6	1.4	3.	-0.3	-0.6	-0.3	3.	5.9	5.2	5.6	3.	0.3	0.4	0.2	3.	0.3	0.3	0.3				
4.	4.0	6.8	5.7	4.	-0.6	-0.3	0.0	4.	6.0	5.8	6.0	4.	-0.2	0.2	0.4	4.	-0.1	0.0	0.6				
TM/E measurements			AM/E measurements			TIME/E measurements			VELOCITY/E measurements			VARIABILITY/E measurements			WIDTH/E measurements								
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.						
1.	-1.7	-0.8	1.1	1.	1.1	0.2	2.3	1.	20.6	20.4	19.7	1.	28.6	29.4	30.2	1.	12.6	12.8	15.0	1.	12.5	12.5	12.3
2.	-2.5	-1.3	0.1	2.	-1.4	-0.2	-1.6	2.	21.0	20.7	19.9	2.	28.7	29.0	29.8	2.	12.8	13.1	13.3	2.	13.2	12.5	12.8
3.	1.8	1.5	5.2	3.	2.0	2.1	2.5	3.	19.5	19.7	18.6	3.	31.8	32.0	33.0	3.	14.2	14.6	16.4	3.	14.7	14.4	14.4
4.	-3.8	-1.2	1.4	4.	-3.2	-1.2	-2.1	4.	21.5	20.5	19.3	4.	28.8	30.0	30.4	4.	11.3	12.8	11.5	4.	13.5	13.4	12.8
HM/E measurements			SMOOTHNESS/E measurements			LEG TIMING/E measurements			ARM SWING/E measurements			ARM TIMING/E measurements											
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.									
1.	-5.0	-2.5	-1.0	1.	-0.1	-0.4	-0.1	1.	6.7	6.6	6.1	1.	0.1	0.0	0.3	1.	0.6	0.3	0.7				
2.	-3.1	-1.2	-1.6	2.	-0.1	-0.3	-0.3	2.	5.9	5.7	5.2	2.	-0.1	0.1	-0.0	2.	-0.1	-0.1	-0.6				
3.	5.5	5.7	6.0	3.	-0.3	-0.4	-0.1	3.	5.2	5.2	5.6	3.	0.3	0.4	0.4	3.	0.4	0.5	0.4				
4.	-1.3	0.6	-1.8	4.	-0.7	-0.3	-0.2	4.	5.6	5.8	5.4	4.	-0.2	0.0	-0.2	4.	-0.8	-0.3	-0.3				
TM/MP measurements			AM/MP measurements			TIME/MP measurements			VELOCITY/MP measurements			VARIABILITY/MP measurements			WIDTH/MP measurements								
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.						
1.	-5.1	-3.7	-0.7	1.	1.1	1.8	1.2	1.	21.9	21.7	20.4	1.	28.3	28.7	29.8	1.	13.0	13.0	13.2	1.	13.9	13.3	13.1
2.	-1.0	-0.3	4.6	2.	1.2	-0.3	0.5	2.	20.5	20.0	18.7	2.	29.6	30.4	32.4	2.	12.8	13.3	14.4	2.	13.6	13.3	13.7
3.	-1.1	0.3	1.1	3.	-4.8	-2.2	-1.4	3.	20.2	19.9	19.7	3.	29.5	30.4	30.4	3.	13.0	13.4	14.1	3.	12.9	13.4	13.1
4.	1.0	1.8	2.9	4.	1.0	1.6	0.8	4.	20.0	19.7	19.0	4.	30.4	30.8	30.8	4.	12.3	13.6	14.4	4.	13.5	12.8	12.4
HM/MP measurements			SMOOTHNESS/MP measurements			LEG TIMING/MP measurements			ARM SWING/MP measurements			ARM TIMING/MP measurements											
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.									
1.	-0.3	1.1	-0.6	1.	-0.8	-0.8	-0.3	1.	5.9	6.0	5.6	1.	0.3	0.4	0.2	1.	0.3	0.6	0.4				
2.	-1.3	0.7	4.0	2.	-0.2	-0.5	-0.4	2.	6.1	5.9	5.7	2.	0.3	0.1	0.3	2.	0.1	-0.2	-0.2				
3.	-1.8	0.2	-0.3	3.	-0.3	-0.1	-0.3	3.	6.1	5.8	5.6	3.	-0.7	-0.3	-0.2	3.	-0.8	-0.3	-0.2				
4.	-0.5	0.4	-1.5	4.	0.0	0.0	0.2	4.	5.3	5.5	5.4	4.	0.2	0.3	0.1	4.	0.4	0.3	0.2				
TM/RP measurements			AM/RP measurements			TIME/RP measurements			VELOCITY/RP measurements			VARIABILITY/RP measurements			WIDTH/RP measurements								
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.						
1.	-5.2	-2.9	-1.4	1.	0.1	1.7	1.5	1.	22.0	21.1	20.3	1.	28.6	29.6	29.7	1.	13.8	13.0	14.1	1.	13.7	13.3	13.7
2.	-2.3	-2.0	2.2	2.	1.1	1.0	1.2	2.	21.0	20.7	19.6	2.	28.9	29.7	31.8	2.	12.0	13.6	14.8	2.	13.0	13.0	13.8
3.	1.6	2.3	4.6	3.	1.2	1.5	-1.0	3.	19.4	19.5	18.5	3.	30.7	30.6	31.3	3.	12.7	13.3	13.9	3.	14.1	13.2	12.7
4.	-0.2	0.8	2.5	4.	-3.9	-3.3	-0.6	4.	20.2	20.0	19.1	4.	29.7	30.5	30.5	4.	12.4	13.3	13.4	4.	13.0	13.2	12.2
HM/RP measurements			SMOOTHNESS/RP measurements			LEG TIMING/RP measurements			ARM SWING/RP measurements			ARM TIMING/RP measurements											
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.									
1.	0.8	1.8	0.8	1.	-1.2	-1.0	-0.6	1.	5.9	5.7	5.5	1.	0.1	0.3	0.3	1.	0.1	0.6	0.4				
2.	-2.4	-0.1	4.5	2.	-0.3	-0.4	-0.7	2.	6.0	5.8	5.6	2.	0.1	0.1	0.2	2.	0.5	0.5	0.3				
3.	0.4	0.8	-1.4	3.	0.4	0.2	0.5	3.	5.6	5.6	5.7	3.	0.3	0.3	0.0	3.	0.2	0.3	-0.4				
4.	-2.6	0.0	-2.3	4.	-0.0	-0.2	-0.0	4.	6.0	6.1	5.5	4.	-0.4	-0.2	0.0	4.	-0.8	-1.0	-0.1				

Liite 12.
Appendix 12.

Varianssianalyysit

Riippumattomien faktoreiden (row) ja mittauskerran (column) vaikutukset kussakin riippuvassa faktorissa (faktoripisteet). Riippumattomat, luokittavat faktorit: 1. Yleinen voimakkuus-tehokkuus, 3a. Pituus, 5a. Kestävyys, 9. Liikuttamistehokkuus ja 6. Liikuttamistehokkuus. Riippuvat faktorit: 2. Tempo, 10. Apuliikkeet ja 4. Raskasliikkeisyys.

Analyses of variance

The effects of independent factors (row) and measurements (column) on each dependent factor expressed as factor scores. The independent, grouping factors are: 1. General strength-power, 3a. Height, 5a. Endurance, 9. Moving Power and 6. Running Power. Dependent factors are: 2. Tempo of Motion, 10. Auxiliary arm movements and 4. Heaviness of motion.

Variaatiolähde Source of var.	Neliösummat Sum of squares	DF	Var.estim	F	P
<u>1. GSP/ 2. TM</u>					
Ryhmien välinen	264.428	3.	88.142	0.556	
Ruutujen sisäinen	12663.048	80.	158.288		
Mittausten välinen	247.714	1.	247.714	8.968	1 %
Yhdysvaikutus	143.571	3.	47.857	1.732	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2209.714	80.	27.621		
<u>3a. H/ 2. TM</u>					
Ryhmien välinen	560.952	3.	186.984	1.209	
Ruutujen sisäinen	12366,525	80.	154.581		
Mittausten välinen	247.714	1.	247.714	8.668	1 %
Yhdysvaikutus	67.142	3.	22.380	0.783	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2286.143	80.	28.576		
<u>5a. E/ 2. TM</u>					
Ryhmien välinen	391.000	3.	130.333	0.831	
Ruutujen sisäinen	12536.476	80.	156.705		
Mittausten välinen	247.714	1.	247.714	8.525	1 %
Yhdysvaikutus	28.904	3.	9.634	0.331	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2324.381	80.	29.054		
<u>9. MP/ 2. TM</u>					
Ryhmien välinen	553.095	3.	184.365	1.191	
Ruutujen sisäinen	12374.382	80.	154.679		
Mittausten välinen	247.714	1.	247.714	8.837	1 %
Yhdysvaikutus	111.000	3.	37.000	1.320	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2242.286	80.	28.028		

Liite 12. (jatk.)
Appendix 12. (cont.)

Variaatiolähde Source of var.	Neliösummat Sum of squares	DF	Var.estim.	F	P
6. RP/ 2. TM					
Ryhmien välinen	714.190	3.	238.063	1.559	
Ruutujen sisäinen	12213.287	80.	152.666		
Mittausten välinen	247.714	1.	247.714	8.599	1 %
Yhdysvaikutus	48.952	3.	16.317	0.566	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2304.333	80.	28.804		
3a. H/ 4. HM					
Ryhmien välinen	2409.928	3.	803.309	6.228	1 %
Ruutujen sisäinen	10318.048	80.	129.975		
Mittausten välinen	1.928	1.	1.928	0.060	
Yhdysvaikutus	16.309	3.	5.436	0.171	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2537.762	80.	31.722		
5a. E/ 4. HM					
Ryhmien välinen	1614.500	3.	538.166	3.873	1 %
Ruutujen sisäinen	11113.476	80.	138.918		
Mittausten välinen	1.928	1.	1.928	0.062	
Yhdysvaikutus	84.309	3.	28.103	0.910	
Mitt. x ruutujen sisäinen	2469.762	80.	30.872		
6. RP/ 4. HM					
Ryhmien välinen	290.214	3.	96.738	0.622	
Ruutujen sisäinen	12437.763	80.	155.472		
Mittausten välinen	1.928	1.	1.928	0.069	
Yhdysvaikutus	339.071	3.	113.023	4.082	1 %
Mitt. x ruutujen sisäinen	2215.000	80.	27.687		

Liite 13.

Appendix 13.

Varianssianalyysit.

Riippumattomien faktoreiden (row) ja mittauskerran (column) vaikutukset kussakin riippuvassa variaabelissa (primaaripisteet). Riippumattomat, luokittavat faktorit: 1. Yleinen voimakkuus-tehokkuus, 3a. Pituus, 5a. Kestävyys, 9. Liikuttamistehokkuus, 6. Liik-kumistehokkuus. Riippuvat variaabelit: 1. Liikkeen kokonaisaika, 2. Pään keskimääräinen nopeus, 3. Pään osanopeuksien varianssi, 4. Liikkeen laajuus, 5. Liikeradan sujuvuus, 6. Jalan liikkeen ajoitus, 7. Käden käytön tehokkuus ja 8. Käden ajoitus.

Analyses of variance.

The effects of independent factors (row) and measurements (column) on each dependent variable expressed as primary scores. The independent, grouping factors are: 1. General strength-power, 3a. Height, 5a. Endurance, 9. Moving Power and 6. Running Power. The dependent variables are: 1. Motion Time, 2. Mean Velocity, 3. Motion Velocity Variability 4. Width of Path, 6. Leg Timing, 7. Arm Swing and 8. Arm Timing.

Liite 13. (jatk.)

Appendix 13. (cont.)

Riippumaton faktori/Riippuva variaabeli

Independent factor/Dependent variable

	Variaatiolähde Source of va	Neliösummat Sum of squares	DF	Var.estim	F	P
/ 1. Motion time						
1. GSP	Ryhmien välinen	22.734	3.	7.578	0.422	
	Ruutujen sisäinen	1433.484	80.	17.918		
	Mittausten välinen	43.015	1.	43.015	13.725	1 %
	Yhdysvaikutus	10.765	3.	3.588	1.145	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	250.718	80.	3.133		
3a. H	Ryhmien välinen	91.296	3.	30.432	1.709	
	Ruutujen sisäinen	1424.000	80.	17.800		
	Mittausten välinen	61.937	1.	61.937	13.340	1 %
	Yhdysvaikutus	5.625	3.	1.875	0.403	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	371.437	80.	4.642		
5a. E	Ryhmien välinen	25.062	3.	8.354	0.424	
	Ruutujen sisäinen	1573.297	80.	19.666		
	Mittausten välinen	43.000	1.	43.000	13.330	1 %
	Yhdysvaikutus	3.453	3.	1.151	0.356	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	258.046	80.	3.225		
9. MP	Ryhmien välinen	74.640	3.	24.880	1.387	
	Ruutujen sisäinen	1434.859	80.	17.935		
	Mittausten välinen	37.140	1.	37.140	10.835	1 %
	Yhdysvaikutus	11.156	3.	3.718	1.084	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	274.203	80.	3.427		
6. RP	Ryhmien välinen	70.781	3.	23.593	1.235	
	Ruutujen sisäinen	1527.578	80.	19.094		
	Mittausten välinen	43.000	1.	43.000	13.262	1 %
	Yhdysvaikutus	2.125	3.	0.708	0.218	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	259.375	80.	3.242		

Liite 13. (jatk.)

Appendix 13. (cont.)

	Variaatiolähde Source of var	Neliösummat Sum of squares	DF	Var.estim	F	P
/ 2. Mean velocity						
1. GST	Ryhmien välinen	20.093	3.	6.697	0.275	
	Ruutujen sisäinen	1943.406	80.	24.292		
	Mittautusten välinen	20.687	1.	20.687	4.364	5 %
	Yhdysvaikutus	12.625	3.	4.208	0.887	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	379.187	80.	4.739		
3a. H	Ryhmien välinen	232.593	3.	77.531	3.583	5 %
	Ruutujen sisäinen	1730.906	80.	21.636		
	Mittautusten välinen	20.687	1.	20.687	4.331	5 %
	Yhdysvaikutus	9.750	3.	3.250	0.680	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	382.062	80.	4.775		
5a. E	Ryhmien välinen	195.000	3.	65.000	2.940	5 %
	Ruutujen sisäinen	1768.500	80.	22.106		
	Mittautusten välinen	20.687	1.	20.687	4.288	5 %
	Yhdysvaikutus	5.906	3.	1.968	0.408	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	385.906	80.	4.823		
9. MP	Ryhmien välinen	74.343	3.	24.781	1.049	
	Ruutujen sisäinen	1889.156	80.	23.614		
	Mittautusten välinen	20.687	1.	20.687	4.673	5 %
	Yhdysvaikutus	37.718	3.	12.572	2.840	5 %
	Mitt. x ruutujen sisäinen	354.093	80.	4.426		
6. RP	Ryhmien välinen	51.187	3.	17.062	0.713	
	Ruutujen sisäinen	1912.812	80.	23.910		
	Mittautusten välinen	20.000	1.	20.000	4.497	5 %
	Yhdysvaikutus	40.218	3.	13.406	3.014	5 %
	Mitt. x ruutujen sisäinen	355.781	80.	4.447		
/ 3. Motion velocity variability						
5a. E	Ryhmien välinen	302.902	3.	100.967	4.188	1 %
	Ruutujen sisäinen	1928.574	80.	24.107		
	Mittautusten välinen	13.710	1.	13.710	1.659	
	Yhdysvaikutus	72.433	3.	24.144	2.922	5 %
	Mitt. x ruutujen sisäinen	660.855	80.	8.260		

Liite 13. (jatk.)

Appendix 13. (cont.)

	Variaatiolähde Source of var	Neliösummat Sum of squares	DF	Var.estim	F	P
/ 4. Width of path						
3a. H	Ryhmien välinen	214.730	3.	71.576	9.102	1 %
	Ruutujen sisäinen	629.050	80.	7.863		
	Mittausten välinen	0.480	1.	0.480	0.208	
	Yhdysvaikutus	6.542	3.	2.180	0.945	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	184.476	80.	2.305		
5a. H	Ryhmien välinen	99.304	3.	33.101	3.557	5 %
	Ruutujen sisäinen	744.476	80.	9.305		
	Mittausten välinen	0.480	1.	0.480	0.206	
	Yhdysvaikutus	4.542	3.	1.514	0.649	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	186.476	80.	2.330		
6. RP	Ryhmien välinen	18.015	3.	6.005	0.581	
	Ruutujen sisäinen	825.765	80.	10.322		
	Mittausten välinen	0.480	1.	0.480	0.224	
	Yhdysvaikutus	19.734	3.	6.578	3.072	5 %
	Mitt. x ruutujen sisäinen	171.285	80.	2.141		
/ 6. Leg timing						
3a. H	Ryhmien välinen	33.190	3.	11.063	1.351	
	Ruutujen sisäinen	654.714	80.	8.183		
	Mittausten välinen	1.928	1.	1.928	1.495	
	Yhdysvaikutus	10.880	3.	3.626	2.811	
	Mitt. x ruutujen sisäinen	103.190	80.	1.289		
/ 8. Arm timing						
3a. H	Ryhmien välinen	15.761	3.	5.253	0.489	
	Ruutujen sisäinen	858.380	80.	10.729		
	Mittausten välinen	0.095	1.	0.095	0.043	
	Yhdysvaikutus	22.333	3.	7.444	3.372	5 %
	Mitt. x ruutujen sisäinen	176.571	80.	2.207		

Abstract card

Reference card

Kirjonen, Juhani: Some components of physical fitness in relation to the movement pattern in stepping from a sitting position up the a platform and to its alterations after muscular exercise. Report No 56/1970. Institute for Educational Research, University of Jyväskylä, Finland.

The object of the study was to find out the relationships between the variables describing physical fitness and motor performance, which would aim at the use of the former as predictors of the latter, i.e. motor traits. Further objects of the study were the changes occurring in the variables of motor performance and in the factors and factor scores derived from them after short, heavy bicycle ergometer work, in comparison with the pre-load situation in subjects with different physical fitness.

The subjects were 84 male students of the University of Jyväskylä, whose level of physical fitness was tested beforehand. In the test situation they had to repeat the movement of standing up from a sitting position to a platform at a voluntary tempo before and after a six-minute working test. The performances were recorded by using a stroboscopic photographing technique. The analyses of the motor performance

käännä

Kirjonen, Juhani: Some components of physical fitness in relation to the movement pattern in stepping from a sitting position up the a platform and to its alterations after muscular exercise. Report No 56/1970. Institute for Educational Research, University of Jyväskylä, Finland.

were based on kinematic methods. The factor and variance analyses formed the basis of statistical analyses. The assumption that a physical loading situation increases the speed and at the same time the variation of motor performance was supported both at the variable and factor level as regards speed, but only at a specific variable level for variation. The further assumption that there is an increase in variation particularly in physically weaker persons was partly supported.