

Hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä hermolihasjärjestelmän kuormitus motocross-ajon aikana

Hengitys- ja verenkiertoelimistö = Suu, henkitorvi, keuhkot, sydän, verisuonet

Hermolihasjärjestelmä = Aivot, hermot, lihakset (aivoista lähtee hermoja pitkin käsky lihakseen, joka saa aikaan halutun liikkeen. Välttämättä liikkeeseen ei kuitenkaan tarvita aivoja-esim. refleksit)

Laktaatti = Veren maitohappopitoisuus. Lihaksista maitohappo siirtyy verenkiertoon, josta mitattuna sitä kutsutaan laktaatiksi. (lepotaso noin 0.7–1,6 mmol/l, maksimi noin 8–16 mmol/l)

Hapenkulutus = Lihasten kuluttama happimäärä. Hengitettäessä happi kulkeutuu lihaksiin, jossa käyttöön otetaan rasituksen vaatima määrä. Mitä suurempi rasitus, sitä enemmän happea kulutetaan. Mitä korkeampi on henkilön maksimihapenkulutus, sen parempi kestävyys.

Aerobinen kynnyks = Rasitustaso, jolloin laktaattipitoisuus on selvästi (n.0,5 mmol/l) koholla lepotasosta. Käytännön merkkejä ovat selvä hengästyminen, puhumisen vaikeutuminen hengästyksen vuoksi ja liikunnan tuntuminen raskaammalta. Syke noin 40-60 lyöntiä alle maksimisykkeen ja hapenkulutus noin 40-60% maksimista.

Anaerobinen kynnyks = Rasitustaso, jolloin rasitusta nostettaessa laktaattipitoisuus nousee selvästi ja on noin 3-4 mmol/l. Käytännön merkkejä ovat hengityksen voimakas kiihtyminen, liikunnan tuntuminen erittäin raskaalta ja syke on noin 20-30 lyöntiä alle maksimisykkeen. Hapenkulutus on noin 60-80% maksimista.

Katekolamiinit = Hormoneja, joita erittyy huomattavasti psyykkisen stressin johdosta

Lihaskäyttö = Lihakset tuottavat sitä enemmän voimaa mitä voimakkaammin ne supistuvat. Lihakseen kulkee aivoista hermoja pitkin sähkövirta, jonka voimakkuus on verrannollinen lihaksen supistumisvoimakkuuteen. Mitä enemmän sähköistä aktiivisuutta, sitä enemmän lihas tuottaa voimaa. Sähkövirtaa voidaan mitata pienillä elektrodeilla halutun lihaksen päältä ihon pinnalta.

Johdanto

Motocross, kuten muutkin moottoriurheilulajit, ovat kehittyneet huomattavasti vuosikymmenien aikana. Pääasiassa suurin kehitys on tapahtunut välineissä teknologian kehittyessä. Tieteessä suuremmalle huomiolle on noussut moottoripyörien kehitys verrattuna kuljettajien suorituskyvyn kehittämiseen. Lajin kuormittavuudesta huipputasolla on tehty vain muutama hyvin suppea tutkimus, jotka kuitenkin kaikki antavat viitteitä sille, että ajaminen on sekä fyysisesti että psyykkisesti erittäin rasittavaa.

Aiemmissä tutkimuksissa on sykkeen todettu olevan noin 90–100% maksimisykkeestä ajon aikana (Collins ym. 1993, Odaglia & Magnano 1979). Heikki Mikkolan syke oli Saltin (1975) mukaan lähdössä 120 lyöntiä minuutissa, jonka jälkeen ensimmäisen ajominuutin aikana se nousi 180:n ja edelleen 195 seuraavan minuutin aikana. 45 minuutin pituisen erän aikana syke vaihteli loppuun saakka 190–195 välillä. Von Lehmann (1982) tutki myös laktaattipitoisuutta erän jälkeen ja raportoi tulokseksi 6-8 mmol/l. Sykkeen ja laktaatin perusteella hän arvioi hapenkulutuksen vastaamaan noin 70-90% maksimihapenkulutuksesta. Hän mittasi myös ajon aikana katekolamiinien erityksen jopa kymmenkertaiseksi verrattuna maksimirasitukseen polkupyöräergometrillä. Psykkinen rasitus nostaa myös sykettä, mutta sen on todettu olevan pienempää fyysisesti hyväkuntoisilla henkilöillä. (Schwaberger ym. 1987).

Vaikka ajamisen on todettu olevan erittäin raskasta, on tutkimuksia tehty hyvin vähän ja suppeista aihealueista. Sen vuoksi tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön että hermolihasjärjestelmän kuormittavuutta eri tasoilla kuljettajilla ja verrata tuloksia maksimaaliseen rasitukseen polkupyöräergometrillä.

Menetelmät

Koehenkilöt jaettiin kahteen ryhmään: ryhmä A koostui seitsemästä A-luokan kuljettajasta, joista osa oli myös kansainvälisesti menestyneitä kuljettajia ja ryhmä H koostui viidestä harrastajasta, joista osa oli harraste-luokan kuljettajia ja osa ei kilpaillut lainkaan.

Koehenkilöt suorittivat ajotestin Vantaalla Lavangon radalla ja maksimihapenottotestin polkupyöraergometrillä. Ajotestissä ajettiin 30 minuutin erä, jonka aikana mitattiin jatkuvasti hengitysmuuttujia ja sykettä. Laktaatti mitattiin 10 ja 20 minuutin jälkeen sekä erän lopussa. Lihaskäyttöä mitattiin hypyn sekä sitä seuraavan suoran ja jarrutuksen aikana, eli lähtösuoran kohdalla joka kierros. Lihaskäyttöä mitattiin etureidestä, hauksesta, ojentajasta ja ranteen koukistajista ajotestin sekä maksimivoimamittausten aikana. Ennen ajotestiä ja sen jälkeen mitattiin siis myös maksimaalinen puristus-, jalkojen ojennus- sekä käsien ojennus- ja koukistusvoima.

Maksimaalisessa hapenottotestissä polkemisvastusta nostettiin kahden minuutin välein uupumukseen saakka. Sykettä ja hengitysmuuttujia taltioitiin jatkuvasti ja laktaatti mitattiin jokaisen kuorman lopussa. Ajotestin tuloksia verrattiin polkemisen aiheuttamaan kuormittavuuteen eri polkemistehoilla.

Tulokset

Ryhmän H –kuljettajien kierrosaika oli erän aikana keskimäärin 15 sekuntia hitaampi kuin A-luokan kuljettajien. Kummallakaan ryhmällä ei kuitenkaan ollut merkitsevää muutosta kierrosajoissa erän aikana. Maksimivoimassa ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä ennen ajoa, mutta ajon aikana ryhmän H voimatasot heikkenivät huomattavasti enemmän kuin ryhmä A:n. (Taulukko 1). Myös maksimaalisessa voimantuottonopeudessa havaittiin heikkenemistä molemmilla ryhmillä, mutta enemmän ryhmä H:lla.

Taulukko 1. Maksimivoiman heikkeneminen ajon aikana.

	Puristusvoima		Käsien koukistus	Käsien ojennus	Jalkojen ojennus
	Vasen	Oikea			
Ryhmä H	28 %	32 %	16 %	20 %	11 %
Ryhmä A	10 %	13 %	5 %	3 %	10 %

Hapenkulutus laski molemmilla ryhmillä ajon aikana koko ajan, kuten myös kertahengitysilmamäärä. Sen sijaan hengitystiheys nousi ja syke pysyi samalla tasolla koko erän ajan. A ryhmän kuljettajat pystyivät ajamaan pienemmällä energiankulutuksella ja sama suuntaus näkyi myös yksilöiden välillä kierrosaikaan verrattuna. Mitä nopeampi kuljettaja, sen pienempi kuormitus ajon aikana. (Taulukko 2).

Taulukko 2. Hengitysmuuttujien sekä sykkeen ja energiankulutuksen suhde maksimiarvoihin ajon aikana.

	Hapen- kulutus	Hengitetty ilmamäärä minuutissa	Hengitys- tiheys	Kertahengi- tysilmamää- rä	Energian- kulutus	Syke
A0-10min	86 %	66 %	98 %	59 %	77 %	96 %
A10-20min	75 %	64 %	103 %	55 %	69 %	97 %
A20-30min	69 %	62 %	106 %	52 %	64 %	96 %
H0-10 min	94 %	74 %	109 %	59 %	86 %	98 %
H10-20min	89 %	72 %	121 %	54 %	82 %	98 %
H20-30min	82 %	67 %	121 %	53 %	75 %	97 %

Ryhmän A laktaatti oli keskimäärin 4,2 mmol/l koko erän ajan, mutta ryhmän H laktaatti oli aluksi 5,7 mmol/l ja laski lopulta 4,6 mmol/l.

Ranteen koukistajat kuormittuivat selvästi eniten ajon aikana ja muutenkin on havaittavissa, että yläraajat kuormittuvat alaraajoja enemmän suhteessa maksimiin. (Taulukko 3).

Taulukko 3. Lihaskäyttöhyppyn alastulossa ja jarrutuksessa suhteessa maksimiin.

	Etäreisi (Vastus lateralis)	Etäreisi (Vastus medialis)	Hauis	Ojentaja	Ranteen koukistajat
A Alastulo	24 %	38 %	44 %	66 %	91 %
A Jarrutus	32 %	36 %	31 %	62 %	116 %
H Alastulo	41 %	42 %	25 %	74 %	143 %
H Jarrutus	45 %	40 %	29 %	68 %	178 %

Johtopäätökset

Yhteenvedon tuloksista voidaan todeta, että ajon aikana syke oli koko ajan lähellä maksimiarvoa, välillä jopa korkeampi. Sen sijaan hapenkulutus oli selvästi pienempi, keskimäärin 80%, vaihdellen 70-90% välillä maksimista. Tosin yksilölliset poikkeukset menivät hetkellisesti jopa yli polkupyöräergometrillä mitatun maksimin. Veren laktaattipitoisuus oli noin 4-5 mmol/l.

Lihaskäyttöhyppyn oli reiden lihaksissa ja hauksessa noin 30-40 % maksimista, kun taas ojentajan aktiivisuus oli noin 60-70 % ja ranteen koukistajien jopa reilusti yli maksimaalisen aktiivisuuden, joka voimamittauksissa saavutettiin. Tämä rasitus johti maksimivoimatasojen heikkenemiseen. Kuormittavuudesta kertoo myös suuri energiankulutus, noin 12 kcal/kg/h, mikä tarkoittaa 80 kg painavalla henkilöllä puolen tunnin erässä noin 480 kcal energiankulutusta. Ruuaksi muutettuna kulutus vastaa esimerkiksi kilon annosta kaurapuuroa tai 500g perunoita tai 250g naudanlihaa tai 1 litraa keskiolettua.

Tulokset tukevat poikkeuksetta aiempien tutkimuksien johtopäätöksiä, joiden mukaan kyseessä on fyysisesti erittäin rasittava laji. Poikkeuksellisen korkeasta sykkeestä, suhteessa myös muihin muuttujiin, voidaan myös päätellä lajin psyykkistä kuormittavuutta. Tätä tukee myös lähdössä mitattu keskimääräinen syke, 126 lyöntiä minuutissa, jolloin ei vielä varsinaista fyysistä työtä tarvitse tehdä.

Verrattuna niin sanotusti tavalliseen fyysiseen urheilulajiin, kuten tässä vertailuna olleeseen pyöräilyyn, voidaan todeta, että kuormittavuus on varsin erilaista, eikä siksi täysin edes verrattavissa muihin lajeihin. Tuskin monessakaan lajissa voidaan yhtä korkealla sykkeellä suoritua noin puolen tunnin suorituksesta. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta asiasta, lihastyöstä ja psyykkisestä rasituksesta. Lihastyö on suurelta osin ja lähes jatkuvasti joiltain osin staattista. Myös liikettä tapahtuu jatkuvasti, mutta staattisuus säilyy silti läsnä koko ajan. Staattisen lihastyön on todettu nostavan sykettä enemmän suhteessa hapenkulutukseen kuin perinteisen dynaamisen lihastyön, jota tehdään esimerkiksi pyöräilyssä. Esimerkiksi ranteen koukistajien aktiivisuus oli korkeampi kuin maksimaalisen puristuksen aikana mitattu aktiivisuus. Ajon aikana tapahtuva staattinen vetoliike käsissä lisää ranteen koukistajien aktiivisuutta ja lisää kuormittavuutta. Psyykkinen kuormitus taas johtuu vauhdin ja nopeasti muuttuvien tilanteiden vaatimasta keskittymisen tarpeesta. Monia tilanteita on ennakoitava etukäteen ja suorituksessa on oltava koko ajan tarkkana. Suorituksen aikana ei ole mahdollista niin sanotusti ajatella niitä näitä, kuten esimerkiksi lenkkeillessä, vaan on keskityttävä pelkästään itse ajamiseen. Keskimäärin rasitusta voidaan verrata esimerkiksi juoksussa ja pyöräilyssä anaerobisen kynnyksen tasolla tapahtuvaan liikuntaan. Käytännössä se tarkoittaisi suoritusyukkeeksi kyseisissä lajeissa noin 20 lyöntiä alle maksimisykkeen. Tämä on kuitenkin melko karkea jaottelu, eikä siis joka osa-alueella ole yhtä selkeä. Lisäksi on huomioitava, että voimantuotto on motocrossissa suurempaa kuin lajeissa, joissa ei ole suurta välinettä liikuteltavana. Juoksussa ja pyöräilyssä rasitus perustuu oman kehon liikutteluun ja liikenopeuteen, kun taas motocrossissa rasitus muodostuu moottoripyörän liikuttelusta ja sen aiheuttamien suurten voimien myötäilyistä ja vastustamisista. Lihastyötavan kannalta ajateltuna vastaavia lajeja voisivat olla esimerkiksi paini, kiipeily tai alppihiihto.

Kuljettajaan kohdistuu ajon aikana jatkuvasti suuria iskuja, jotka vaikuttavat osaltaan hengityselimistön toimintaan. Tuloksista voidaan todeta, että hengitystiheys on jopa suurempaa kuin pyöräilyssä uupumishetkellä. Vastaavasti yhden hengityksen aikana hengitetty ilmamäärä on huomattavasti pienempää. Hengitys on siis hyvin pinnallista ja nopeaa ajon aikana. Tämä johtuu suurien iskujen aiheuttamasta ilmiöstä, jolloin selkärankaa on tuettava pidättämällä hengitystä. Tätä ilmiötä kutsutaan Valsalva-ilmiöksi, jolloin kurkunpään sulkeutuessa vatsaan jää suurempi paine, joka tukee selkärankaa esimerkiksi nostettaessa jotain painavaa esinettä tai otettaessa vastaan hyppäämisestä aiheutuvaa iskua. Jatkuvat iskut eivät tulosten perusteella anna mahdollisuutta hengittää normaalisti missään vaiheessa ajon aikana. Myös staattisen lihastyön aikana hengitys jää Valsalva-ilmiön vuoksi pinnalliseksi. Hengityksen edelleen kiihtyminen ja kertahengitysilmamäärän pieneneminen erän loppua kohti saattaa viitata hengityslihasten väsymiseen, joka edelleen vaikeuttaa lihasten hapensaantia.

Ryhmän A –kuljettajat pystyivät ajamaan omalla maksimivauhdillaan huomattavasti taloudellisemmin kuin ryhmän H –kuljettajat. Vaikka A ryhmän kuljettajat olivat selvästi nopeampia, ei heidän tarvinnut kuormittaa itseään enempää ajaakseen nopeammin kuin ryhmän H –kuljettajat, vaan päinvastoin. Samoin esimerkiksi jarrutuksissa H-ryhmän kuljettajat puristivat tankoa huomattavasti kovempaa kuin ryhmän A-kuljettajat, vaikka ajoivat hiljaisemmalla vauhdilla. Tämän perusteella lajissa korostuvat taito-ominaisuudet, jotka ratkaisevat suurelta osin sitä, kuinka paljon kuljettaja itseään kuormittaa. Myös A ryhmän hapenkulutuksesta on havaittavissa, että aluksi

happea kulutettiin enemmän kuin lopussa, mutta kierrosajat pysyivät samana. Voidaankin siis päätellä, että alussa on tehty ylimääräistä lihastyötä, vaikka sama vauhti olisi saavutettu vähemmälläkin ”riehumisella”. Syynä rauhallisempaan ajamiseen saattaa olla hermolihaskäytön väsyminen, jolloin jäljellä olevat voimia on säästettävä mahdollisimman pitkään. Väsymyksen myötä aivoista lähtevien käskyjen kulku hidastuu ja myös reaktiot sekä refleksit hidastuvat. Tällöin keskittymisen osuus kasvaa, jotta edelleen pystytään selviytymään nopeasti muuttuvista tilanteista ilman ajovirhettä.

On myös tärkeää huomata, etteivät suuret yksilölliset erot kestävyudessa, ruumiinrakenteessa tai voimatasoissa ole ainoastaan ratkaisevassa asemassa ajamisen kannalta, vaan ajaakseen kovempaa voidaan hyödyntää monia eri ominaisuuksia. Polkupyöräergometrillä tehty kuntotesti tai voimamittaukset eivät suoraan kertoneet koehenkilön kyvykkyydestä ajaa motocrossia. Ryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa maksimihapenotossa polkupyörätestissä, koska yksilölliset erot olivat suuret. On paljon kuljettajia, jotka omaavat hyvän kestävyyskunnan, mutta jonka hyödyntäminen ajamisessa ei onnistu kovin hyvin. Selvin yhteys yksilöllisesti oli ajon ja maksimin suhteella ajonopeuteen. Mitä alhaisemmalla hapenkulutuksella kuljettaja pystyi ajamaan suhteessa omaan maksimiinsa, sitä menestyneempi kuljettaja oli kyseessä. Paras yhdistelmä on siis kehittää ajoa taloudellisemmaksi ja parantaa kestävyys- ja voimaominaisuuksia kapasiteetin lisäämiseksi. Kuten jo aiemmin tuli ilmi, on vaikeaa löytää lajia, jota harjoittelemalla yhdistyisivät kaikki samat ominaisuudet kuin motocrossissa. Sen vuoksi monipuolisuus ja eri perusominaisuuksien harjoittaminen laaja-alaisen pohjan luomiseksi on tärkeää ajosuorituksen maksimoimiseksi. Myös lajinomaisten liikkeiden ja harjoitusmuotojen kehittäminen on olennaista, mikäli kuntoa halutaan tehokkaasti hyödyntää ajamiseen. Kaikkein tärkeintä on kuitenkin muistaa, että juuri oikeanlaisia ominaisuuksia ajamista varten voidaan parhaiten harjoittaa vain ajamalla. Muu harjoittelu on toki tärkeää, mutta toimii ainoastaan tukena ajamiselle, eikä sen tule viedä resursseja ajoharjoittelulta.