

# Subsymptomtrening for pasienter med treningsintoleranse etter lett traumatisk hodeskade – en pilotstudie



**Ingerid Kleffelgård**, spesialfysioterapeut/postdoktor, ph.d., Oslo Universitetssykehus, Avdeling for fysikalsk medisin og rehabilitering. [inff@live.no](mailto:inff@live.no).

**Kari Anette Brusgaard**, universitetslektor, cand.polit., OsloMet – storbyuniversitetet, Fakultet for helsevitenskap, Institutt for fysioterapi.

**Terje Gjøvaag**, førsteamanuensis, ph.d., OsloMet – storbyuniversitetet, Institutt for ergoterapi og ortopediingeniørfag.

**Helene Lundgaard Søberg**, professor, ph.d., OsloMet – storbyuniversitetet og Oslo Universitetssykehus, Avdeling for fysikalsk medisin og rehabilitering.

Denne **vitenskapelige artikkelen** er fagfellevurdert etter Fysioterapeutens retningslinjer, og ble akseptert 5. august 2020. Artikkelen er basert på en studie godkjent av Regionale etiske komiteer for medisinsk og helsefaglig forskning (#2017/429). Ingen interessekonflikter oppgitt.

## Sammendrag

- **Hensikt:** Vurdere om Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT) og subsymptomtrening trygt kan gjennomføres hos pasienter med lett TBI og vedvarende post-commotio symptomer som ikke er aktive idrettsutøvere. Undersøke om subsymptomtrening basert på BCTT bidrar til økt treningstoleranse, økt fysisk aktivitet, symptomlette og økt helserelatert livskvalitet (HRQL).
- **Metode:** Pilotstudie. 29 pasienter (16 kvinner), median alder 35 år (23-54) med treningsintoleranse etter lett TBI ble inkludert. Utfallsmål: BCTT, fysisk aktivitet (aktivitetsindeks), Rivermead Post Concussion symptoms questionnaire (RPQ) og Quality of life after brain injury (QOLIBRI). Subsymptomtreningen varte i 13 uker (IQR 10-15).
- **Resultat:** Det ble ikke rapportert skader eller alvorlige reaksjoner på BCTT eller subsymptomtreningen. Tjuetre pasienter ble retestet. Deltakerne hadde en signifikant forbedring på BCTTs parametre (testvarighet  $p < 0.001$ , hjertefrekvens (HF)  $p = 0.001$ , opplevd grad av anstrengelse (Borg RPE skala  $p = 0.01$ , og aktivitetsindeksen (0.002). Det var signifikant bedring i post-commotio symptomer (RPQ) ( $p = 0.01$ ) og HRQL (QOLIBRI) ( $p < 0.001$ ).
- **Konklusjon:** BCTT og subsymptomtrening var trygt å gjennomføre i denne pilotstudien. Treningen bidro til økt treningstoleranse, økt fysisk aktivitet, symptomlette (RPQ) og økt HRQL (QOLIBRI) hos pasientgruppen.
- **Nøkkelord:** Buffalo Concussion Treadmill Test, subsymptomtrening, lett TBI.

## Innledning

Lett traumatisk hodeskade (lett TBI) er vanlig i Norge med en insidens på 302 pr. 100 000 (1). Den vanligste skadeårsaken er fall etterfulgt av vold, sykkel-, sports- og trafikulykker (2). Mange blir bra i løpet av de første tre månedene etter skaden, men mellom 34% og 46% rapporterer kognitive, psykiske og fysiske post-commotio symptomer (PCS) etter tre og seks måneder (3).

Tradisjonelt har rehabilitering av pasienter med lett TBI bestått av råd om å begrense fysisk og kognitiv aktivitet (4, 5). Grunnlaget for disse rådene har vært forskning

som har vist at PCS kan øke ved kognitive og fysiske anstrengelser (4). Nyere studier tyder imidlertid på at både kognitiv og fysisk «hvile» utover de første par dagene kan bidra til vedvarende PCS (4, 6). Vedvarende PCS reduserer aktivitet og deltakelse, og er assosiert med redusert helserelatert livskvalitet (HRQL) (7). En mer fysisk aktiv tilnærming i rehabiliteringen etter TBI bør derfor utprøves (4, 5, 8).

Studier fra Universitetet i Buffalo (UB) i USA viser til at både sentral og systemisk fysiologisk dysfunksjon kan bidra til treningsintoleranse etter lett TBI (5, 8). Treningsin-

toleranse kan forstås som redusert evne til å være fysisk aktiv/trene på forventet nivå i henhold til alder og fysisk form (8). Forskningen tyder på at metabolske og fysiologiske endringer etter en lett TBI kan føre til autonom dysfunksjon og avvikende kontroll over cerebral blodgjennomstrømming. Dette kan gi økte symptomer (hodepine og svimmelhet) ved anstrengelse og føre til treningsintoleranse (5, 8).

Forskningsmiljøet ved UB har utviklet en tredemølletest, «Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT)», som kan bidra til å kartlegge treningsintoleranse etter lett TBI (4, 9, 10).

Testen kan bidra til å differensiere mellom fysiologisk/autonom dysfunksjon og

andre mulige årsaker til treningsintoleranse, som cervicogen eller vestibulo-ocular dysfunksjon, og på den måten bidra til en mer individuelt tilpasset rehabilitering (5, 11).

Studier fra UB viser at kondisjonstrening på et intensitetsnivå som ikke gir symptomøkning (subsymptomtrening) er trygt, demper PCS, og kan bidra til færre aktivitetsbegrensninger og økt deltakelse (12, 13). Studiene har imidlertid hovedsakelig inkludert yngre idrettsutøvere tidlig etter skaden.

Hensikten med denne pilotstudien var å vurdere om BCTT og subsymptomtrening trygt kunne gjennomføres for pasienter som ikke er aktive idrettsutøvere, i en mer kronisk fase etter skaden. Vi ønsket også å vurdere om BCTT bidrar til å identifisere ulike årsaker til treningsintoleranse, og om subsymptomtrening kan bidra til å normalisere treningstoleransen, øke fysisk aktivitet, føre til symptomlette og økt HRQL etter lett TBI.

## Materiale og metode

Pilotstudien hadde et prospektivt design hvor BCTT og subsymptomtrening ble utprøvd. Studien er et samarbeidsprosjekt mellom Oslo universitetssykehus (OUS) og OsloMet - storbyuniversitetet. I studieperioden (nov. 2017 til april 2019) ble pasientene forløpende rekruttert fra hodeskadepoliklinikken ved Avdeling for fysikalsk medisin og rehabilitering ved OUS. Pasienter som rapporterte treningsintoleranse, ble medisinsk klarert av lege og henvist til fysioterapeut for vurdering og testing. Testingen har foregått ved Fysiologilaboratoriet ved OsloMet. De inkluderte pasienter fikk deretter valgt mellom å drive subsymptomtrening på egen hånd, eller ved Institutt for fysioterapi under veiledning av fysioterapistudenter.

Inklusjonskriterier: pasienter med lett TBI (Glasgow Coma Scale (GCS) 13-15), alder fra 16-65 år med selvrapportert redusert toleranse for fysisk aktivitet og vedvarende PCS.

Eksklusjonskriterier: alvorlig psykisk lidelse, rusavhengighet, språkproblemer, medisinske tilstander (kardiovaskulære, respiratoriske), svimmelhet/balanseproblemer og ekstremitetsskader som ikke er forenlig med testing eller trening på tredemølle.

Studien er godkjent av Regional etisk komité for medisinsk og helsefaglig forskning (#2017/429), og personvernombudet ved OUS. Informert skriftlig samtykke er innhentet fra alle pasientene.

**TABELL 1** Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT): Utstyr, kvalifikasjonskrav, sikkerhetshensyn og testprotokoll.

<b>Utstyr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tredemølle med nødstop-bryter og mulighet for 15% stigning</li> <li>Utstyr for å måle HF og BT</li> <li>Borg skala og NRS skala for å vurdere selvopplevd grad av anstrengelse og symptomer</li> <li>Stoppeklokke for å registrere testvarighet</li> <li>Registreringsskjema for: Testvarighet, HF, BT, BORG, NRS, og observasjoner</li> </ul>
<b>Kvalifikasjonskrav og sikkerhetshensyn</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasienten må ha klær og sko som egner seg for rask gange på tredemølle</li> <li>Pasienten bør være godt hydrert og uthvilt</li> <li>Symptomer &lt; 7 på NRS før testen startes</li> <li>To personer bør administrere og observere testen for best mulig sikring og evaluering</li> </ul> <p>Kontraindikasjoner:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medisinske tilstander (hjerter, lungesykdom) ikke forenlig med testing/trening</li> <li>Alvorlige svimmelhets- og synsproblemer</li> <li>Fokalnevrolgiske utfall eller ortopediske skader som øker risikoen for fall</li> </ul>
<b>Testprotokoll</b>	<p>Teststart:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pasienten informeres om testprosedyren og instrueres i bruk av Borg skala og NRS skala</li> <li>Testen starter ved at pasienten går med rask gange på tredemølle (5,8 km/t for personer <math>\geq</math> 168 cm og 5,2 km/t for personer &lt; 168 cm)</li> <li>Belastningen økes ved å øke stigningen på tredemøllen med 1 % hvert minutt til maksimalt 15%</li> <li>HF, grad av anstrengelse (Borg skala) og symptomer (NRS) blir registrert hvert minutt</li> <li>Blodtrykk blir målt hvert 2. minutt (kan sløyfes)</li> <li>Dersom pasienten når maksimal stigning (15%), økes hastigheten med 0.5 km/t hvert minutt til stoppkriteriene er nådd</li> </ul> <p>Stoppkriterier:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pasientens symptomer øker med 3 poeng på NRS, nye symptomer teller som 1 poeng</li> <li>Pasienten oppnår maksimal HF eller <math>\geq</math> 17 på Borg-skala</li> <li>Testen stoppes dersom pasienten rapporterer at han/hun ikke kan fortsette testen på en trygg måte, eller dersom pasienten virker ustø</li> </ul> <p>Testslutt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Testen avsluttes med to minutters nedtrapping med en ganghastighet på 4 km/t og 0% stigning. HF, BT, selvopplevd anstrengelse på Borg-skala og symptomer på NRS-skala registreres</li> </ul>

HF: Hjerterefrekvens, BT: Blodtrykk, NRS: Numerisk rangskala.

## Målemetoder

Demografiske data (alder, kjønn) og skaderelaterte data (skadens alvorlighetsgrad, CT/MR, skadeårsak), ble registrert ved inklusjon. Spørreskjemaer ble brukt for å kartlegge fysisk aktivitet før og etter subsymptomtrening, PCS, livskvalitet og BCTT la grunnlaget for treningsdoseringen, og ble utført to ganger; før og etter subsymptomtrening.

## Buffalo Concussion Treadmill Test

BCTT er en standardisert test av treningsintoleranse utviklet for pasienter med lett TBI (9). Treningstoleransen testes ved å gradvis øke belastningen under gange på tredemølle. Hvert minutt registreres symptomer på numerisk rangskala (NRS skala), HF ved pulsmonitor, opplevd grad av anstrengelse på Borg RPE (ratings of perceived exertion) skala, og blodtrykk (BT) (kan måles hvert 2. minutt). Testens stoppes ved symptomøk-

ning 3 poeng på NRS skala eller Borg RPE skala  $\geq$  17. Symptomterskel er pasientens HF når testens stoppes p.g.a. symptom økning. Denne danner grunnlaget for treningsdoseringen som skal ligge 10-20% under etablert

## Kort sagt

- Etter 2 mnd. med subsymptomtrening rapporterte pasienter med lett TBI økt treningstoleranse, økt grad av fysisk aktivitet, færre post-commotio symptomer og økt helserelatert livskvalitet.
- BCTT og subsymptomtrening er trygt og gjennomførbart for pasienter med treningsintoleranse etter lett TBI, og kan være gode hjelpemidler for å veilede pasientene til å komme i gang med, eller gjenoppta fysisk aktivitet og trening.

symptomterskel.

Ved fysiologisk/autonom dysfunksjon nås symptomterskel typisk tidlig i testen (ved <70% av aldersbestemt maksimal hjerdefrekvens - HF) (5). Pasienter med andre årsaker til treningsintoleranse (cervicogen eller vestibulo-ocular dysfunksjon) når ofte symptomterskel på en høyere belastning (5).

BCTT tar ca. 20 minutter, er trygg å utføre tidlig etter skaden for aktive idrettsutøvere, og har tilfredsstillende måleegenskaper (10, 14). BCTT beskrives nærmere i tabell 1. Under pilotstudien ble det laget en film av BCTT for undervisningsformål. Denne kan ses på følgende lenke: <https://film.oslomet.no/bctt-test>

Rivermead Post Concussion symptoms questionnaire (RPQ) er et spørreskjema som kartlegger PCS, og brukes som et mål på symptombyrde. Svaralternativene på 16 spørsmål om symptomer, rangeres i en ordinal skala fra 0 (ingen problem) til 4 (uttalt problem) (15). Sumskåren rangerer fra 0-64 poeng (best – verst) (15). RPQ har tilfredsstillende måleegenskaper (15).

Quality of life after brain injury – QOLIBRI er et diagnoseespesifikt spørreskjema om HRQL (16). Spørreskjemaet består av 37 spørsmål fordelt på 6 underkategorier: tilfredshet med kognisjon, selv, dagligliv og autonomi, sosiale relasjoner, og plager med fysiske funksjon og følelsesliv. Svaralternativene rangeres i en ordinal skala fra 1= ikke i det hele tatt til 5= veldig. Sumskåren rangerer fra 0-100 verst-best. QOLIBRI har tilfredsstillende måleegenskaper (16).

Fysisk aktivitet – ble registrert ved bruk av et spørreskjema fra HUNT 1 undersøkelsen (17). Spørreskjemaet registrerer hyppighet, intensitet og varighet av fysisk aktivitet. En sumskår basert på relativ vektning av originalresponsene gir en aktivitetsindeks (0-15 min-max.), som ble brukt som et mål på fysisk aktivitet (17).

**Subsymptomtreningen**

Basert på symptomterskel, og på pasientens erfaring med trening og aktivitetsnivå før og etter skaden, fikk pasientene veiledning i innhold og dosering (varighet, intensitet og frekvens) av subsymptomtrening (5, 18), presentert i tabell 2.

Ikke alle hadde pulsklokke, så både pulsklokke og/eller Borg RPE skala ble brukt for å bestemme intensitet på treningen.

Deltakerne ble anbefalt en progresjon i treningsbelastning hver 2.-3. uke ved å øke

**TABELL 2** Subsymptomtrening.

Elementer	Innhold	Dosering
Oppvarming	Lett valgfri aktivitet med gradvis økende intensitet	5 minutter
Hoveddel	Ergometersykel eller tredemølle og/eller gå trening, sykling, skigåing eller svømming	Varighet: 20 minutter Intensitet: 80-90% av symptomterskel fastsatt ved BCTT. 10-20% lavere HF eller 1-2 trinn lavere intensitet på BORG skala Frekvens: 5 - 6 dager per uke
Nedtrapping	Lett valgfri aktivitet med gradvis nedtrapping av intensitet	5 minutter

BCTT: Buffalo Concussion Treadmill Test, HF: Hjerdefrekvens, Borg RPE: Borg ratings of perceived exertion.

HF med 5-10 slag/min., eller øke med ett nivå på Borg RPE skala, etter toleranse.

Deltakerne ble oppfordret til å loggføre respons på egen trening som et motiverende tiltak.

**Statistiske metoder**

Deskriptiv statistikk ble brukt for å beskrive populasjonen og resultatene fra de ulike testene.

På grunn av lite materiale og noe skjevfordeling ble median og interkvartil range (IQR) brukt for sentral-tendens og spredningsmål. Ikke-parametriske statistiske metoder (Wilcoxon signed rank test og McNemar test) ble brukt for å studere endringer på utfallsmålene over tid. Et signifikansnivå på 0.05 ble anvendt. Statistikkprogrammet Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versjon 25 ble brukt til de statistiske analysene.

**Resultater**

Tjueni pasienter med lett TBI ble inkludert. Demografiske og skaderelaterte data er presentert i tabell 3.

Tjuetre pasienter (n=23) ble retestet etter en subsymptomtreningssperiode på median 13 uker (IQR 10-15). Av disse valgte 19 (65.5%) å trene på OsloMet, og fikk oppfølging 1-2 ganger pr. uke i treningsperioden (median 4 oppfølginger, IQR 4-9). Basert på

**TABELL 3** Demografiske data. Skaderelaterte data registrert på skadetidspunkt eller ved innleggelse i sykehus. Symptomtrykk og helseelatert livskvalitet ved inklusjon. n=29.

Kjønn, n (%): Kvinner Menn	16 (55) 13 (45)
Alder, median (IQR)	35 (27-45)
Sosial status, n (%): Gift, samboer Skilt, enslig	19 (66) 10 (34)
Arbeidsstatus før skade, n (%): I arbeid, student Uten arbeid, studier	28 (97) 1(3)
Sykmeldingsstatus ved inklusjon, n (%): Full sykemelding Delvis, ingen sykemelding	15 (52) 14(48)
Skadeårsak, n%:	
Gjenstand mot hodet	9 (31)
Fall	8 (28)
Sport/trening	6 (21)
Trafikk	5 (17)
Vold	1 (3)
GCS, median (IQR)	15 (15-15)
PTA, n (%) Ja Nei/ikke registrert	11 (38) 18 (62)
LOC, n (%) Ja Nei/ikke registrert	8 (28) 21 (72)
Positiv CT/MRI, n %	2 (7)
Tid etter skaden i mnd., median (IQR)	7 (5-10)
RPQ, median (IQR)	27 (18-39)
Qolibri, median (IQR)	56 (44-64)

IQR: Interkvartil range, GCS: Glasgow coma scale, PTA: Post-traumatisk amnesi, LOC: Loss of consciousness, CT: Computer tomografi, MRI: Magnetresonanstomografi, RPQ: Rivermead post-concussion symptoms questionnaire, Qolibri: Quality of life after brain injury.

pasientenes oppmøte på OsloMet og loggføring, var det 13 (56.5%) som fulgte anbefalt treningsprogram, og 10 (43.5%) som bare delvis fulgte anbefalt treningsprogram.

**TABELL 4** Post-commotio symptomer, helse-relatert livskvalitet og BCTT før og etter treningsperioden, n=23.

	Pre-test n=23	Post-test n=23	p-verdi*
RPQ, median (IQR)	27 (17-34)	20 (13-32)	0.01
Qolibri, median (IQR)	57 (49-65)	64 (56-72)	<0.001
Aktivitetsindex, median (IQR)	3.7 (2-5)	3.8 (4-10)	0.001
BCTT**			
Testvarighet minutter, median (IQR)	14 (10-15)	17 (15-19)	<0.001
HF, median (IQR)	165 (151-173)	173 (168-181)	0.001
Borg RPE, median (IQR)	16 (15-17)	18 (16-19)	0.01
SBP, median (IQR)	166 (154-182)	162 (157-186)	0.35

\*Wilcoxon signed rank test.

\*\*Testparametre ved BCTTs stoppkriterier.

RPQ: Rivermead Post Concussion symptoms questionnaire, Qolibri: Quality of life after brain injury, IQR: Inter-quartil range, BCTT: Buffalo concussion treadmill test, HF: hjertefrekvens, Borg RPE: Borg ratings of perceived exertion, SBP: Systolic blood pressure.

De seks deltakerne som ikke ble retestet (5 kvinner), ønsket ikke videre oppfølging (5), eller hadde for stort symptomtrykk for retest (1).

Ingen av de gjennomførte testene ble stoppet på grunn av alvorlige reaksjoner på testen. Noen hadde forbigående symptom økning, men ingen krevde legetilsyn.

Det ble ikke rapportert skader eller alvorlige reaksjoner på subsymptomtreningen. Noen hadde økte symptomer knyttet til progresjon av treningen. Disse fikk råd om å fortsette treningen, men på et nivå som ikke økte symptomene 3 nivåer på NRS skala. Gruppen som helhet, rapporterte en signifikant økning av fysisk aktivitet målt med aktivitetsindeks, tabell 4.

Det var noe variasjon i når stoppkriteriene for BCTT ble nådd ved pre-test. Kun en deltaker nådde stoppkriteriene < 70% av aldersbestemt maksimal HF estimert etter formelen  $211 - \text{alder} \cdot 0.64$ . Hovedsymptomene rapportert ved pre-test var: Hodepine (n=19), svimmelhet (n=8) og nakkeplager (n=2). Symptomenes alvorlighetsgrad på NRS var lette, median på 2 (IQR 1-3).

Ved retest var det signifikant økning av flere testparametre på BCTT (testvarighet, HF og Borg RPE skala), tabell 4. Det var også signifikant flere som nådde stoppkriteriene på grunn av fysisk anstrengelse med Borg RPE skala  $\geq 17$  (n=15, 65%), og ikke på grunn av symptomøkning.

Det var en signifikant bedring både på post-commotio symptomer på RPQ og HRQL på QOLOBRI, tabell 4. På RPQ rap-

porterte imidlertid 3 pasienter symptom økning på over 8 poeng.

## Diskusjon

Resultatene fra denne pilotstudien tyder på at BCTT er trygg og gjennomførbar for pasienter med lett TBI. BCTT kan være et godt utgangspunkt for veiledet subsymptomtrening, uavhengig av årsak til treningsintoleranse. Subsymptomtrening ser også ut til å kunne bidra til økt treningstoleranse, økt fysisk aktivitet, symptomlette og økt livskvalitet. Resultatene må imidlertid tolkes i lys av at dette var en pilotstudie med et lite utvalg og lav statistisk styrke. Det er nødvendig med en større studie med kontrollgruppe for å blant annet kunne stadfeste effekten av subsymptomtrening på post-commotio symptomer og livskvalitet etter lett TBI. Det er også viktig å være klar over at alle deltakerne ble rekruttert fra hodeskadepoliklinikken ved OUS. Denne poliklinikken følger hovedsakelig opp pasienter som har vært innlagt akutt ved OUS, med vedvarende plager etter lett TBI. Utvalget representerer dermed en mer alvorlig skadet og plaget populasjon, som ikke nødvendigvis er representativ for den generelle populasjonen med lett TBI.

I tråd med tidligere studier (14, 19) fant vi ingen indikasjoner på at BCTT og subsymptomtrening ikke trygt kunne gjennomføres, også i en mer voksen populasjon uten aktive idrettsutøvere og i en mer kronisk fase etter skaden. Funnene kan derimot tyde på at det var nyttig for flere av deltakerne å få hjelp til å komme i gang ved å finne en treningsdo-

sering som ikke ga økte symptomer og få en strukturert plan for treningsprogresjon.

Det at det var signifikant flere som klarte å gjennomføre retesten til de oppnådde Borg RPE skala på  $\geq 17$ , og ikke måtte avbryte testen p.g.a symptomøkning, tyder på økt toleranse og/eller økt kondisjon. Dette samsvarer med at deltakerne også hadde en signifikant økning i aktivitetsindeksen. Disse funnene er i overensstemmelse med forskningsresultater fra UB der pasientene kom seg raskere, kunne trene lenger og nådde maksimal HF uten symptomforverring etter en periode med subsymptomtrening (12, 13, 19, 20).

Det var kun en deltaker i vårt materiale som nådde symptomterskel < 70% av aldersbestemt maksimal HF. Dette kan tolkes som at de fleste ikke hadde en fysiologisk/autonom dysfunksjon som årsak til sin treningsintoleranse, og at det kan være en eller flere andre årsaker til treningsintoleransen. Funnet tyder på at pasienter med vedvarende symptomer kan ha nytte av subsymptomtrening selv om de ikke opplever en klar treningsintoleranse av autonom karakter.

Som rapportert i tidligere studier, fant vi at deltakerne fikk en signifikant bedring av post-commotio symptomer etter ca. to måneder med subsymptomtrening (19, 20). En kan imidlertid diskutere hvorvidt endringene var klinisk viktige for deltakerne. Klinisk viktig endring er ikke kjent hverken for RPQ eller QOLIBRI, og det vanskeliggjør tolkningen. Individuelt i denne pilotpopulasjonen, varierte bedringen en del. Noen få rapporterte en forverring i post-commotio symptomer (RPQ), noe som gjenspeiles i de relativt vide spredningsmålene. Noe av dette kan forklares ved at symptomrapportering ved RPQ og BCTT fanger opp ulike aspekter ved PCS. I likhet med Leddy et al., registrerte vi at noen av deltakerne rapporterte en del symptombelastning på RPQ for testing, men kunne til tross for dette testes til utmatelse (Borg RPE skala  $\geq 17$ ) på BCTT (19). En annen forklaring på variasjon i bedringen kan være ulik etterlevelse av anbefalt treningsprogram. Årsakene til manglende etterlevelse ble ikke systematisk registrert, men kan være ulik erfaring med trening og fysisk aktivitet, grad av dekondisjonering p.g.a restriksjoner etter skaden, og varierende symptomtrykk for den enkelte gjennom treningsperioden.

PCS er mangefasettert og flere av deltakerne rapporterte emosjonelle, kognitive,

vestibulære og/eller visuelle symptomer. Fysisk aktivitet og trening kan påvirke flere av disse symptomene i positiv retning, og er derfor en viktig del av behandlingen ved svimmelhet og balanseproblemer (21, 22). Dessuten har pasienter med vedvarende plager ofte et sammensatt og komplekst symptom-bilde med større behov for andre tilnær-minger for å oppnå best mulig bedring. Det kan dreie seg om kognitiv atferdsterapi for kognitive og psykologiske symptomer, vesti-bulær rehabilitering for svimmelhet og/eller oppfølging hos optometrist ved vedvarende visuelle plager.

Det at bedret HRQL var korrelert med mindre symptombelastning, bekrefter den positive trenden i denne studien. Det er mange kjente fordeler ved å gjenoppta/komme i gang med fysisk aktivitet som bedring av kognitiv funksjon og økt nevroplastisitet (8, 23, 24). Samtidig kan man unngå konsekvenser av langvarig hvile, som dekon-disjonering, angst og depresjon (8). Det er også påvist en sammenheng mellom bedring i PCS og økt HRQL generelt etter lett TBI (7).

Flere av deltakerne mottok dessuten tverrfaglig oppfølging ved hodeskadepoli-klinikken ved OUS i forkant eller samtidig med pilotstudien. Det er sannsynlig at dette kan ha bidratt til redusert symptomtrykk og bedret HRQL (25). Imidlertid fikk mange en positiv endring til tross de opplevde å være i stagnasjon med lite pågående bedring etter skaden.

## Konklusjon

Resultatene viser at BCTT og individuelt til-passet subsymptomtrening er trygg og gjen-nomførbar for pasienter med lett TBI som ikke er aktive idrettsutøvere i en mer kronisk fase etter skaden. BCTT kan være et godt ut-gangspunkt for veiledet kondisjonstrening uavhengig av årsak til redusert toleranse for fysisk aktivitet/trening. Subsymptomtrening ser ut til å bidra til økt treningstoleranse, økt fysisk aktivitet, symptomlette og økt HRQL. En større studie med kontrollgruppe er imidlertid nødvendig for å bekrefte resulta-tene.

## Takk

Prosjektet var et samarbeidsprosjekt mellom OUS og OsloMet. Vi ønsker spesielt å rette en stor takk til praksisveiledere og studen-ter som var delaktig i gjennomføringen av testingen og treningen ved OsloMet: Sophie Steenstrup, Marte Rolstad Clason, Ane

### Title: Subsymptom threshold exercise training for patients with exercise intolerance after mild traumatic brain injury - a pilot study

#### Abstract

- **Objective:** Evaluate the applicability of the Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT) and subsymptom threshold exercise training for nonathletes with mild TBI and refractory post-concussion symptoms. Explore the influence of subsymptom threshold exercise on post-concussion symptoms and health related quality of life (HRQL).
- **Methods:** Pilot study. 29 patients (16 female), median age 35 years (23-54) with exercise intolerance after mild TBI was included. Outcomes: BCTT, physical activity (activity index), Rivermead Post Concussion symptoms questionnaire (RPQ) and Quality of life after brain injury (QOLIBRI). Subsymptom threshold exercise was performed for 13 weeks (IQR 10-15).
- **Results:** No adverse reactions on the BCTT and subsymptom threshold exercise training were reported. Twenty-three patients were retested. At retest we registered a significant improvement on the BCTT parameters (test duration  $p < 0.001$ , HF  $p = 0.001$ , perceived exertion on Borg RPE scale  $p = 0.01$ ) and on the activity index (0.002). There was a significant improvement in post-concussion symptoms (RPQ) ( $p = 0.01$ ) and HRQL (QOLIBRI) ( $p < 0.001$ ).
- **Conclusion:** The BCTT and subsymptom threshold exercise training was safe and applicable in this pilot study. Subsymptom threshold exercise training may improve exercise intolerance, level of physical activity, post-concussion symptoms and HRQL.
- **Keywords:** Buffalo Concussion Treadmill Test, subsymptom threshold exercise training, Mild traumatic brain injury.

Røneid Rustad, Inga Bakke Stensen, Hannah Stehr, Andreas Hammer, Esmeralda Canales, Karen Vabo og Karoline Emilie Voith

#### Referanser

1. Skandsen T, Nilsen TL, Einarsen C, Normann I, McDonagh D, Haberg AK, et al. Incidence of Mild Traumatic Brain Injury: A Prospective Hospital, Emergency Room and General Practitioner-Based Study. *Frontiers in neurology*. 2019;10:638. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00638>
2. Skandsen T, Einarsen CE, Normann I, Bjoralt S, Karlens RH, McDonagh D, et al. The epidemiology of mild traumatic brain injury: the Trondheim MTBI follow-up study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*. 2018;26(1):34. doi: <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0495-0>
3. Voormolen DC, Haagsma JA, Polinder S, Maas AIR, Steyerberg EW, Vulekovic P, et al. Post-Concussion Symptoms in Complicated vs. Uncomplicated Mild Traumatic Brain Injury Patients at Three and Six Months Post-Injury: Results from the CENTER-TBI Study. *Journal of clinical medicine*. 2019;8(11). doi: <https://doi.org/10.3390/jcm8111921>
4. Leddy JJ, Baker JG, Willer B. Active Rehabilitation of Concussion and Post-concussion Syndrome. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2016;27(2):437-54. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.12.003>
5. Ellis MJ, Leddy J, Cordingley D, Willer B. A Physiological Approach to Assessment and Rehabilitation of Acute Concussion in Collegiate and Professional Athletes. *Frontiers in neurology*. 2018;9:1115. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01115>
6. Silverberg ND, Otamendi T. Advice to Rest for More Than 2 Days After Mild Traumatic Brain Injury Is Associated With Delayed Return to Productivity: A Case-Control Study. *Frontiers in neurology*. 2019;10:362. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00362>
7. Voormolen DC, Polinder S, von Steinbuechel N, Vos PE, Cnossen MC, Haagsma JA. The association between post-concussion symptoms and health-related quality of life in patients with mild traumatic brain injury. *Injury*. 2019;50(5):1068-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.002>
8. Leddy JJ, Haider MN, Ellis M, Willer BS. Exercise is Medicine for Concussion. *Current sports medicine reports*. 2018;17(8):262-70. doi: <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000505>
9. Leddy JJ, Willer B. Use of graded exercise testing in concussion and return-to-activity management. *Current sports medicine reports*. 2013;12(6):370-6. doi: <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000008>
10. Leddy JJ, Baker JG, Kozlowski K, Bisson L, Willer B. Reliability of a graded exercise test for assessing recovery from concussion. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2011;21(2):89-94. doi: <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181f8c721>
11. Ellis MJ, Leddy JJ, Willer B. Physiological, vestibulo-ocular and cervicogenic post-concussion disorders: an evidence-based classification system with directions for treatment. *Brain injury*. 2015;29(2):238-48. doi: <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.965207>
12. Leddy JJ, Haider MN, Ellis MJ, Mannix R, Darling SR, Freitas MS, et al. Early Subthreshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion: A Randomized Clinical Trial. *JAMA pediatrics*. 2019;173(4):319-25. doi: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397>
13. Willer BS, Haider MN, Bezherano I, Wilber CG, Mannix R, Kozlowski K, et al. Comparison of Rest to Aerobic Exercise and Placebo-like Treatment of Acute Sport-Related Concussion in Male and Female Adolescents. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2019;100(12):2267-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.07.003>
14. Leddy JJ, Hinds AL, Miecznikowski J, Darling S, Matuszak J, Baker JG, et al. Safety and Prognostic Utility of Provocative Exercise Testing in Acutely Concussed Adolescents: A Randomized Trial. *Clinical journal of sport*

medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 2018;28(1):13-20. doi: <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000431>

15. WorkSafeBC Evidence-Based Practice Group, Martin CW. Post-Concussion Syndrome (PCS) - Validated Symptom Measurement Tools. Richmond, BC Vancouver; 2018.

16. Soberg HL, Roe C, Brunborg C, von Steinbuechel N, Andelic N. The Norwegian version of the QOLIBRI - a study of metric properties based on a 12 month follow-up of persons with traumatic brain injury. Health and quality of life outcomes. 2017;15(1):14. doi: <https://doi.org/10.1186/s12955-017-0589-9>

17. Kurtze N, Rangul V, Hustvedt BE, Flanders WD. Reliability and validity of self-reported physical activity in the Nord-Trondelag Health Study: HUNT 1. Scandinavian journal of public health. 2008;36(1):52-61. doi: <https://doi.org/10.1177/1403494807085373>

18. Bezherano I, Haider MN, Willer BS, Leddy JJ. Practical Management: Prescribing Subsymptom Threshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion in the Outpatient Setting. Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 2020. doi:

<https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000809>

19. Leddy JJ, Kozlowski K, Donnelly JP, Pendergast DR, Epstein LH, Willer B. A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 2010;20(1):21-7. doi: <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181c6c22c>

20. Baker JG, Freitas MS, Leddy JJ, Kozlowski KF, Willer BS. Return to full functioning after graded exercise assessment and progressive exercise treatment of postconcussion syndrome. Rehabilitation research and practice. 2012;2012:705309. doi: <https://doi.org/10.1155/2012/705309>

21. Kleffeldgaard I, Soberg HL, Tamber AL, Bruusgaard KA, Pripp AH, Sandhaug M, et al. The effects of vestibular rehabilitation on dizziness and balance problems in patients after traumatic brain injury: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation. 2019;33(1):74-84. doi: <https://doi.org/10.1177/0269215518791274>

22. Schneider KJ, Leddy JJ, Guskiewicz KM, Seifert T, McCrea M, Silverberg ND, et al. Rest and treatment/

rehabilitation following sport-related concussion: a systematic review. British journal of sports medicine. 2017;51(12):930-4. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097475>

23. Vanderbeken I, Kerckhofs E. A systematic review of the effect of physical exercise on cognition in stroke and traumatic brain injury patients. NeuroRehabilitation. 2017;40(1):33-48. doi: <https://doi.org/10.3233/nre-161388>

24. Kreber LA, Griesbach GS. The interplay between neuropathology and activity based rehabilitation after traumatic brain injury. Brain research. 2016;1640(Pt A):152-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.01.016>

25. Vikane E, Hellstrom T, Roe C, Bautz-Holter E, Assmus J, Skouen JS. Multidisciplinary outpatient treatment in patients with mild traumatic brain injury: A randomised controlled intervention study. Brain injury. 2017;1-10. doi: <https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1280852>