

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Embenat neuromuscular: totes les benes tenen les mateixes propietats mecàniques?

José Manuel Fernández Rodríguez^a, Luis M. Alegre Durán^b, Javier Abián Vicén^b, Rafael Carcelén Cobo^c i Xavier Aguado Jódar^{b*}

^aUniversidad de Castilla-La Mancha, Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia, Toledo, Espanya

^bUniversidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ciencias del Deporte, Toledo, Espanya

^cUniversidad de Castilla-La Mancha, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Toledo, Espanya

Rebut el 20 d'abril de 2009; acceptat el 13 de novembre de 2009

PARAULES CLAU

Kinesio Taping;
Comportament mecànic;
Esforç de tracció;
Embenat neuromuscular;
Mòdul elàstic;
Fisioteràpia

Resum

Objectiu: El propòsit del treball era avaluar les característiques mecàniques davant d'esforços de tracció en benes utilitzades en la tècnica de l'embenat neuromuscular (Kinesio Taping). Amb això es pretenia saber si els diversos colors i marques obeeixen a característiques mecàniques diferents. El propòsit final era tenir informació que permeti millorar els protocols de col·locació, amb més o menys tensió, per optimitzar l'acció (terapèutica o d'altra mena) de l'embenat.

Mètodes: Es van tallar benes de 30 cm de llarg de les marques Cure Tape (negre, blau, vermell i pell), Sports Tex (negre, blau i vermell), Kinsiotape (blau i vermell) i Kinesiologgy Tape (blau i vermell). Es van aplicar càrregues progressives per explorar els diversos esforços en la tracció i les elongacions relatives, fins a arribar al trencament de les benes.

Resultats: No es van trobar els mateixos comportaments en comparar colors iguals en les diverses marques explorades. La màxima elongació abans de trencar-se va variar entre el 77 i el 106% en les diverses benes provades. La tensió màxima abans de trencar-se va variar entre 4,57 i 8,06 MPa. La mitjana dels mòduls de Young de les zones lineals de les gràfiques esforç/deformació va variar entre 0,0526 i 0,0966 MPa. Finalment, els gruixos de les diverses benes es van situar entre 0,44 i 0,55 mm.

Conclusions: És recomanable no canviar de marca ni de color per a una determinada aplicació de l'embenat neuromuscular. D'aquesta manera serà més fàcil aconseguir una tensió de la bena pròxima a l'òptima mitjançant un determinat protocol d'estirament previ.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: Xavier.Aguado@uclm.es (X. Aguado).

KEYWORDS

Kinesio Taping;
 Mechanical behaviour;
 Mechanical stress;
 Neuromuscular taping;
 Elastic modulus;
 Physiotherapy

Neuromuscular taping: Do all the different tapes have similar mechanical properties?**Abstract**

Objective: The purpose of the present study was to assess the mechanical characteristics of different types of tape utilized in *neuromuscular taping* (Kinesio Taping) during stress-strain tests, and find out whether the different brands and colours available in the market show different mechanical characteristics. A secondary purpose was to provide information related to the tape strain during the taping preparation, to optimize the taping effect.

Methods: Thirty-centimeter pieces of tape [Cure Tape (black, blue, red and pink), Sports Tex (black, blue and red), Kinsiotape (blue and red) and Kinesiology Tape (blue and red)] were cut and fixed. Then, progressive loads until the point of rupture were applied to calculate the stress-strain relationship for each tape.

Results: The different colours and brands explored showed different mechanical behaviours. The greatest elongation before rupture ranged between 77% and 106% of the resting length in the tapes tested. Maximum stress before rupture ranged between 4.57 and 8.06 MPa. Average Young's modulus in the exponential parts of the stress-strain curves were from 0.0526 and 0.0966 MPa. Finally, the tape thicknesses ranged from 0.44 to 0.55 mm.

Conclusions: The large variability found in the mechanical behaviour of the different tapes leads us to recommend the utilization of the same brand and colour for a given purpose. This will allow the physiotherapist to achieve an optimum tension level of the tape with a protocolized tape elongation.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

El desenvolupament de la fisioteràpia i l'evolució dels materials han permès els últims anys una evolució ràpida dels embenats. En l'última dècada del segle xx s'ha popularitzat en el món de l'esport una nova tècnica d'embenat, que en l'àmbit anglosaxó s'ha denominat Kinesio™ Taping, i a Espanya, Itàlia i Hispanoamèrica es coneix com embenat neuromuscular o *taping neuromuscular*¹⁻³. Aquesta tècnica va sorgir als països asiàtics en la dècada dels anys setanta. Consisteix en l'aplicació de benes elàstiques adhesives i poroses de colors diferents (negre, vermell, blau, pell...), que són aplicades sobre la pell amb graus variats de tensió. I l'ús s'estén a moltes aplicacions terapèutiques: musculars, lligamentoses, articulars, drenatge limfàtic, correcció fascial i visceral. S'han descrit efectes d'aquests embenats sobre el to muscular, el dolor, la circulació limfàtica i la sanguínia¹. El seu objectiu pot ser tant preventiu com terapèutic, i en l'àmbit esportiu fins i tot la millora del rendiment.

En l'esport s'utilitza, tant terapèuticament en el tractament de lesions⁴⁻¹⁰, com en altres aplicacions, incloent-hi el possible increment de rangs articulars^{2,11} i el possible augment de la força en atletes sans. Fu et al¹² no van trobar increments de força en quàdriceps ni isquiotibials, mentre que Li-Chun Yu¹³ va trobar un augment de la força en el quàdriceps. D'altra banda, Li-Chun Yu va descriure un retard en l'aparició de la fatiga en el quàdriceps mitjançant l'ús de l'embenat neuromuscular. Els resultats de Li-Chun Yu¹³ recorden els que van trobar alguns autors respecte dels teixits elàstics que provoquen compressió sobre diferents parts del cos en esportistes¹⁴, malgrat que la nova tècnica d'embenat no basa el seu efecte en la compressió, ja que no embolcalla les estructures corporals sobre les quals ac-

tua. D'altra banda, per bé que es proposen diferents mecanismes d'acció, es desconeix amb precisió com aconseguen els efectes, fins a quin punt ho fa implicant uns mecanismes o altres i en quin moment assoleix una més alta intensitat terapèutica. Entre els mecanismes d'actuació que s'han descrit hi ha l'exteroceptiu, el propioceptiu^{15,16} i el mecànic^{17,18}. Per això, l'embenat neuromuscular es col·loca adherit a la pell, amb graus diferents de tensió segons l'objectiu. Alguns autors han explorat també els possibles increments o inhibicions en l'activació electromiogràfica que l'embenat neuromuscular pogués provocar^{19,22}.

Com que els fisioterapeutes no utilitzen cap sensor de tensió, la col·locació es fa estandarditzant un estirament previ de les benes. Els rangs d'estirament que s'aconsellen varien segons l'aplicació, des del 0 fins al 100%¹. La referència per a aquestes elongacions es pren de la longitud que tenen en treure el paper que protegeix la seva cara interna (la que s'adhereix a la pell). Als estiraments que hi apliquen els fisioterapeutes abans d'enganxar les benes, s'hi haurien d'afegir els que s'hi sumaran una vegada fixades, a causa dels moviments articulars i les contraccions musculars. D'aquesta manera, les benes quan estan actuant al llarg de cicles de contraccions i moviments articulars podrien estar variant la seva longitud des de repòs fins a incrementar en més del 100% la seva longitud inicial. Seria desitjable que els diversos fabricants de benes interpretessin els colors d'aquestes, amb respostes mecàniques idèntiques a la tracció, a fi de no confondre els fisioterapeutes en la seva pràctica diària²³. Altrament, quan es col·loca l'embenat mitjançant un protocol previ i estandarditzat d'estirament en una determinada aplicació, es podrien estar transmetent graus diferents de tensió a l'embenat, segons les característiques de la marca emprada. I així, en enganxar les benes sobre la pell, podrien estar estimulant en mesures diferents

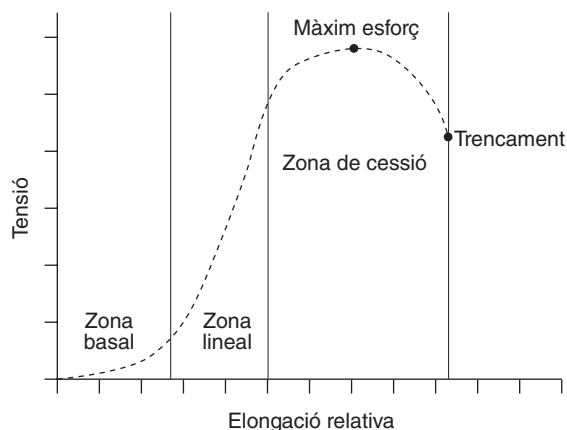


Figura 1 Gràfica típica de tensió/elongació relativa de qual-sevol material viscoelàstic amb les zones típiques: basal, lineal i de cessió. A diferència del model de gràfica que mostren els materials elàstics (molla ideal), tan sols la zona lineal conserva la relació de proporcionalitat entre tensió i deformació.

els receptors exteroceptius i, doncs, variar els efectes de l'embenat. La informació sobre els mòduls elàstics i les característiques mecàniques davant d'esforços de tracció de les benes utilitzades en l'embenat neuromuscular no estan reglades ni s'han publicat fins ara i es desconeix si les diverses marques que les comercialitzen ofereixen productes amb respostes semblants segons els colors.

El comportament mecànic de les benes davant d'esforços de tracció té una primera i llarga zona basal en la qual augmenten fàcilment de longitud sense incrementar gairebé la tensió suportada. Acabada aquesta zona en comença una altra en què el mòdul de Young s'incrementa d'una manera important, tot deformant-se poc les benes i incrementant-se ràpidament la tensió suportada. Finalment, s'arriba a una zona d'aplanament de la gràfica i evolució, sense afegir-hi més càrrega, fins al trencament (fig. 1).

L'objectiu d'aquest treball ha estat estudiar el comportament mecànic davant de la tracció de diferents marques i colors de benes neuromusculars per poder extreure aplicacions que permetin millorar els protocols de tensionament previs a la col·locació.

Mètodes

Es van tallar exemplars de 30 cm de llarg de cada marca i color de diferents benes: Cure Tape (Fysiotape, Holanda): negre, blau, vermell i pell; Sports Tex (Atextaping, Corea del Sud): negre, blau, vermell; Kinsiotape (Visiocare, Itàlia): blau i vermell, i Kinesiology Tape (Temptex, Corea del Sud): blau i vermell. Les benes es van penjar d'un suport fix i es va deixar al centre una longitud de 20 cm marcada per dos bastonets horitzontals que inclouen cadascun un punt de digitalització al centre. A 5 cm per sobre del bastonet superior i a 5 cm per sota de l'inferior es van aplicar unes pinces metàl·liques a pressió a fi de subjectar i evitar plects a les benes. S'hi va penjar inicialment un suport de 300 g a la part inferior, per contenir els pesos progressius. Es van anar incrementant els pesos de 1.000 en 1.000 g fins a arribar al

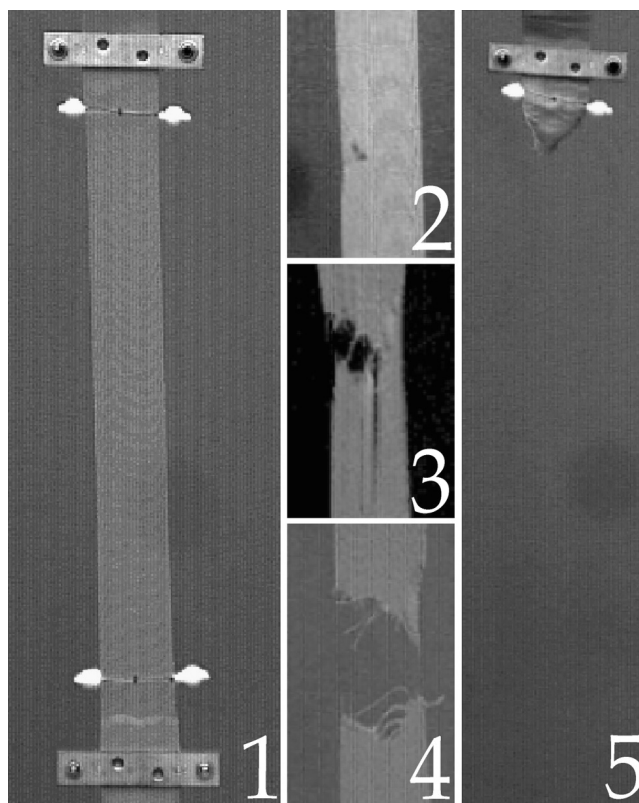


Figura 2 Fotogrames de diferents instants dels assajos mecànics de tracció aplicats sobre benes neuromusculars, obtinguts mitjançant una càmera de vídeo d'alta velocitat Motion Scope M1 (Red Lake, EUA). En el fotograma 1 s'observen les pinces superior i inferior, així com els punts de digitalització del producte. En els fotogrames 2, 3 i 4 s'observen diverses fases del trencament de la bena una vegada superat el punt de màxim esforç. Finalment, en el fotograma 5 s'observa l'instant de rellançament de la part superior, quan la bena ja s'ha trencat.

trencament (fig. 2). Després de cada increment es va mesurar la deformació de la bena (augment de longitud entre els 2 punts de digitalització) passats 30 segons de l'increment de pes. Després es van deixar transcórrer 90 segons més abans de passar a l'increment següent. Cada assaig es va fer un mínim de 3 vegades, tot agafant la mitjana d'aquestes després de comprovar que la resposta no variava d'una manera important. De cada bena, se'n va mesurar el gruix mitjançant un calibre amb indicador d'esfera i agulla Orion 33011 (Hahn+Kolb, Alemanya) amb una sensibilitat de 0,01 mm per normalitzar el càlcul dels esforços segons l'àrea de secció transversal. Es va calcular la mitjana dels mòduls de Young de les zones lineals de les corbes d'esforç/deformació mitjançant regressions lineals d'aquesta zona. Per obtenir el dibuix del traçat sencer de la gràfica es van ajustar els valors mesurats a funcions exponencials. Els exemplars van ser pesats mitjançant una bàscula de precisió XB220A (Precisa, Suïssa), amb una sensibilitat de 0,0001 g, per poder conèixer-ne les densitats. Es van calcular els índexs elàstics per tracció de les diverses tires, com també l'esforç màxim i la càrrega màxima en el punt de

Taula 1 Comportament mecànic de les benes de diferents marques i colors davant d'esforços de tracció

Marca i color	Cure Tape Negre		Cure Tape Blau		Cure Tape Vermell		Cure Tape Pell		Sports Tex Negre		Sports Tex Blau		Sports Tex Vermell		Kinsiotape Blau		Kinsiotape Vermell		Kinesiology Tape Blau		Kinesiology Tape Vermell	
	Màxima elongació (%)	103,5	94	106	97,5	72,5	102	103	84	74,5	76,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Tensió màxima (MPa)	5,45	7,42	7,57	8,06	5,87	7,30	6,93	4,57	5,12	6,86	7,25	6,93	4,57	5,12	6,86	7,25	6,93	4,57	5,12	6,86	7,25	6,93
Mòdul de Young (MPa)	0,0526	0,0789	0,0714	0,0826	0,0809	0,0715	0,0672	0,0544	0,0687	0,0896	0,0966	0,0672	0,0544	0,0687	0,0896	0,0966	0,0672	0,0544	0,0687	0,0896	0,0966	0,0672
20% (MPa)	<0,46	<0,50	<0,51	<0,54	<0,53	<0,52	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49
50% (MPa)	<0,46	<0,50	<0,51	<0,54	<0,53	<0,52	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49	<0,48	<0,50	<0,55	<0,58	<0,49
100% (MPa)	3,67	>7,42	4,25	>8,06	>5,87	4,29	4,14	>4,57	>5,12	>6,86	>7,25	4,14	>4,57	>5,12	>6,86	>7,25	4,14	>4,57	>5,12	>6,86	>7,25	4,14
0,5 MPa (%)	82,39	76,74	81,14	77,01	52,38	83,42	82,73	66,93	60,10	60,66	60,82	82,73	66,93	60,10	60,66	60,82	82,73	66,93	60,10	60,66	60,82	82,73
1 MPa (%)	88,44	81,65	87,26	82,28	58,02	88,77	88,40	71,97	64,99	64,51	64,72	88,40	71,97	64,99	64,51	64,72	88,40	71,97	64,99	64,51	64,72	88,40
Gruix (mm)	0,55	0,51	0,50	0,47	0,48	0,49	0,52	0,53	0,51	0,47	0,44	0,52	0,53	0,51	0,47	0,44	0,52	0,53	0,51	0,47	0,44	0,52
Densitat (kg/m ³)	404,05	440,56	442,53	421,15	423,22	435,30	397,23	414,49	427,52	386,38	427,32	397,23	414,49	427,52	386,38	427,32	397,23	414,49	427,52	386,38	427,32	397,23
Pes d'1 m de material (g)	11,13	11,23	11,06	9,90	10,11	10,71	10,29	10,94	10,90	9,00	9,42	10,29	10,94	10,90	9,00	9,42	10,29	10,94	10,90	9,00	9,42	10,29

ruptura. Es va calcular l'esforç dels materials al 20, al 50 i al 100% de l'elongació inicial sense càrrega. D'altra banda, es va calcular l'elongació dels materials davant d'esforços de 0,5 i 1 MPa.

Resultats i discussió

En comparar els mateixos colors de benes de les quatre marques estudiades es van trobar grans variacions dels materials en la situació dels seus límits de les zones basals i en la situació del punt de màxim esforç. En la taula 1 es mostren els resultats dels tests realitzats amb les diverses marques i colors de benes. En la taula 2 es mostren els mínims, els màxims i els rangs en els valors de les variables estudiades. Tot seguit s'exposen per separat els resultats i la discussió sobre les tensions i elongacions, els mòduls elàstics, la màxima resistència prèvia al trencament, i els gruixos i les densitats. Per últim, es comenten algunes aplicacions pràctiques i s'assenyalen les principals limitacions d'aquest estudi.

Tensions i elongacions

Dins de les zones basals, les gràfiques de tensió/elongació relativa de les diverses benes són semblants, amb mòduls elàstics (inclinació de les corbes) que varien poc d'unes a altres i amb tensions que canvien poc per a una determinada elongació relativa. En les aplicacions en què el fisioterapeuta fixa la bena sobre la pell sense estirar-la prèviament, com per exemple en la tècnica muscular i limfàtica, o en aplicacions en què du a terme només un estirament del 25%, com per exemple en la tècnica d'augment d'espai, no hi haurà grans diferències en les tensions de les benes entre marques i colors, i en cap cas se superen els 0,5 MPa. En canvi, en les tècniques de lligament o les de correcció articular, en què el fisioterapeuta estira la bena entre el 50 i el 100% abans de col·locar-la, podrien arribar a estirar-se considerablement, i a aquestes longituds, les diferències entre marques i colors són importants. Per exemple, al 70% de l'estirament relatiu, una marca com Cure Tape negre enca-

Taula 2 Mínims, màxims i rangs en les variables de comportament mecànic de les benes estudiades davant d'esforços de tracció

	Mínim	Màxim	Rang
Màxima elongació (%)	72,5	106,0	33,5
Tensió màxima (MPa)	4,57	8,06	3,49
Mòdul de Young (MPa)	0,0526	0,0966	0,0440
20% (MPa)	<0,46	<0,58	
50% (MPa)	<0,46	<0,58	
100% (MPa)	3,67	>8,06	
0,5 MPa (%)	52,38	83,42	31,04
1 MPa (%)	58,02	87,77	30,75
Gruix (mm)	0,44	0,55	0,11
Densitat (kg/m ³)	386,38	442,53	56,15
Pes d'1 m de material (g)	9,00	11,23	2,23

ra es manté a la seva zona basal i mostra una tensió per sota de 0,5 MPa, mentre que altres benes negres, com Sports Tex, superen els 4 MPa: més de 8 vegades la tensió de la primera (fig. 3). Això implicarà, una vegada posades, un grau diferent d'estimulació dels receptors mecànics, propioceptius i exteroceptius. Com a conseqüència d'això, les accions preventives, terapèutiques o de millora del rendiment variarien.

Com que els fisioterapeutes no utilitzen mesuradors de tensió de les benes, la qual cosa complicaria aquest tipus de tècniques manuals, pressuposen una mateixa tensió davant d'una mateixa elongació, i fins i tot arriben a parlar directament de tensions quan es refereixen a estiraments¹ (taula 3). El supòsit "igual elongació, igual tensió" només es compliria si s'utilitzessin sempre (per a una mateixa aplicació) la mateixa marca i el mateix color de bena, perquè també s'ha mesurat de quina manera cada color d'una mateixa marca varia les seves característiques mecàniques. Així, per exemple, l'Sports Tex negre registra una tensió de 0,5 MPa al 52,8% d'elongació relativa, mentre que el vermell de la mateixa marca ha d'arribar a estirar-se al 80,5% per aconseguir aquesta mateixa tensió.

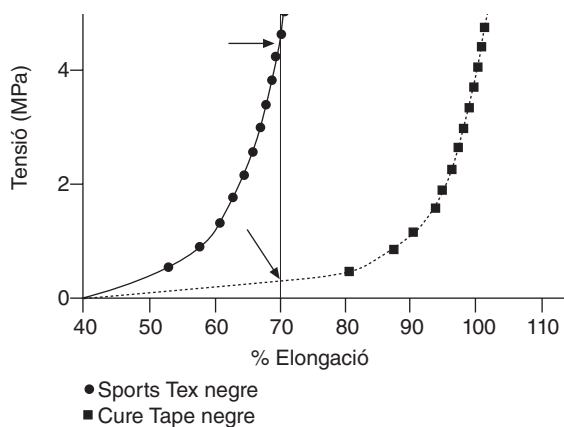


Figura 3 Gràfiques de tensió/deformació de dues benes de color negre de les marques Sports Tex i Cure Tape. Les fletxes mostren les diferències en tensió observades en fer tracció a ambdues benes fins que aconseguen un increment de longitud del 70%.

Taula 3 Estiraments diferents que es donen a les benes segons les aplicacions. Es fa referència a tensions, assimilant que davant d'un mateix estirament s'aconseguirà sempre la mateixa tensió

Tècnica	Tensió utilitzada (%)
Muscular i limfàtica	0-10
Lligament	50-100
Correcció articular	50-100
Augment d'espai	25
Correcció fascial	25-50

Modificada de J. Sijmonsma¹.

Finalment, cal dir que ens semblen massa amplis els marges recomanats per Sijmonsma¹, per exemple en les tècniques d'embenat de lligament i de correcció articular (50-100%). Entre aquests marges, segons la marca i el color es pot haver passat la força màxima abans del trencament o es pot estar encara a la zona basal de la gràfica de tensió/elongació. Per tant, és previsible que els efectes de l'embenat puguin variar considerablement segons que es tracti d'un estirament o d'un altre. En el futur, doncs, s'haurien de delimitar millor (més) aquests marges i referir-los sempre a colors i a marques concretes.

Mòduls elàstics

Els mòduls elàstics canvien de forma visible entre les zones basal, exponencial i de cessió de les gràfiques (fig. 3). Dins una mateixa zona, d'una mateixa bena, no hi ha diferències importants del mòdul elàstic a mesura que augmenta l'estirament. Ni tampoc si es comparen les zones basals entre benes diferents. En canvi, la comparació entre les zones exponencials presenta una certa variabilitat, amb mitjanes de mòduls de Young que van des de 0,0526 fins a 0,0966 MPa. Amb tot, cal destacar que per a un mateix grau d'estirament, com s'ha comentat, unes benes estan encara a la zona basal, mentre que d'altres ja en la zona exponencial. En aquests casos els mòduls elàstics d'unes i altres es distancien considerablement. Així, per exemple, amb una força de 71,6 N (2,99 MPa de tensió) s'aconsegueix un estirament del 67% en l'Sports Tex negre, mentre que amb la mateixa força aplicada a l'Sports Tex vermell s'aconsegueix un estirament del 95% i una tensió del material de 2,76 MPa.

Resistència al trencament

En una mateixa marca, els diversos colors mostren grans diferències en els màxims esforços de tracció, previs al trencament (taula 1). Així, per exemple, el Cure Tape negre va donar 5,45 MPa, mentre que el color pell de la mateixa marca va indicar 8,06 MPa. Comparant els mateixos colors entre marques diferents també s'observen diferències importants. Per exemple, el Kinsiotape blau va mostrar 4,57 MPa, mentre que el mateix color en la marca Sports Tex va donar 7,30 MPa. Si es busquen els valors extrems, independentment del color i la marca, les diferències encara són més grans. Curiosament, en comparar algunes benes de marca i colors diferents s'obtenen, en alguns casos, respostes molt semblants en els màxims esforços (Kinesiology Tape vermell 7,25 MPa i Sports Tex blau 7,30 MPa).

Si es té en compte la força màxima suportada per la bena també en els esforços de tracció abans de trencar-se, s'esdevé el mateix que amb els esforços. El menor valor es va obtenir en el cas de Kinsiotape blau (120,6 N) i el més gran en els Cure Tape blau, vermell i pell (tots tres a 189,2 N). En la màxima força de tracció abans de trencar-se es van mesurar els mateixos valors en cada marca, independentment del color de les benes, llevat de l'Sports Tex negre (140,28 N, respecte de 179,52 N el blau i el vermell). Els resultats obtinguts són semblants als que va obtenir el laboratori holandès TNO (TNO Quality Services BV, 2007: *A comparative investigation on three different tape samples*. Eindhoven; dades no publicades) en un estudi comparatiu

en el qual va mesurar el Cure Tape color pell (força màxima a la tracció abans de trencar-se, 195 N). Els 5,8 N de diferència amb el resultat dels nostres assajos fets amb els mateixos color i marca de bena probablement obeeixen a les diferències en els increments progressius de les càrregues aplicades sobre les benes; com més gran sigui l'increment (com en el nostre cas, que va ser de 1.000 g), més es tendeix a subestimar la màxima força. Ara bé, crida l'atenció que en les dades de TNO, en aplicar els 195 N s'obtingui una deformació relativa de la bena del 110%, mentre que en el nostre cas, amb la màxima força, obtenim un 97,5% amb aquests mateixos marca i color. Aquestes diferències podrien ser tant per la variabilitat entre partides de benes com al mateix temps transcorregut des que van ser fabricades fins a la data de realització dels assajos.

Gruixos i densitats

Els gruixos han oscil·lat des de 0,44 mm (del Kinesiology Tape vermell) fins als 0,55 mm (del Cure Tape negre). Els resultats obtinguts són gairebé idèntics als de TNO. El TNO va mesurar un gruix del Cure Tape color pell de 0,459 mm, respecte dels 0,47 mm que es van mesurar en aquest treball. La mínima diferència (una centèsima de mil·límetre) entre ambdós mesuraments pot obeir al diferent pes de la placa metàl·lica que es col·loca damunt de la bena per mesurar-ne el gruix. En una mateixa marca, els gruixos de les benes varien, i en comparar els mateixos colors entre marques diferents també varien. Sovint els fisioterapeutes creuen diferenciar gruixos entre benes mitjançant el tacte. Però això és difícil, tenint en compte que les diferències entre unes benes i altres poden ser com a molt de l'ordre de dècimes de mil·límetre. Així, aquesta pretesa sensibilitat en la diferenciació de gruixos podria ser més una il·lusió que no pas una realitat i podria obeir al tacte de rugositats diferents i no a la percepció de gruixos diferents.

Respecte de la variació en densitats, s'esdevé una cosa semblant al que succeïa amb els gruixos. La menor densitat la va obtenir el Kinesiology Tape blau (386,38 kg/m³), mentre que la més elevada va ser del Cure Tape vermell (442,53 kg/m³).

Aplicacions i consells

Dels resultats exposats es desprèn que la diversitat de colors no obeeix a característiques concretes de les respostes mecàniques d'unes i altres benes. I atès que les diverses aplicacions que es donen a l'embenat neuromuscular exigeixen tensions de col·locació distintes, i que per aconseguir-les les benes s'haurien d'estirar en proporció diferent, segons el color i la marca, resulta imprescindible que cada fisioterapeuta elegeixi una marca (com a molt dues, si fossin de característiques mecàniques semblants) i un color concret per a cada aplicació. D'aquesta manera es podrà estar segur d'aconseguir la mateixa tensió de la bena mitjançant el control dels canvis en les seves longituds abans de col·locar-les. Només així es podran reproduir les tensions recomanades i aconseguir les òptimes accions preventiva, terapèutica o de millora de rendiment.

Quan no es té prou experiència, la diversitat de tensions de col·locació s'haurà d'aconseguir indirectament a partir

de l'elongació aplicada a la bena, per a la qual cosa seria important utilitzar un mètode precís i pràctic. Sembla que el més recomanable podria ser implantar una forma senzilla de calcular la longitud d'elongació buscada, com per exemple utilitzar una taula sobre la qual col·locar les tires retallades, amb una determinada longitud i marcar sobre aquesta taula, com a patró, la distància que s'ha d'aconseguir en col·locar-les. Quan es tingui experiència es pot recórrer a diversos mètodes que intentin reproduir indirectament la tensió que es busca. Per exemple, associar tensions diferents als canvis en els dibuixos dels relleus, l'aparició o no de petits o grans forats visibles a través de la bena, o aplicar la màxima força que sigui capaç d'exercir. Alguns d'aquests mètodes poden funcionar bé a fisioterapeutes experts, com a manera semiquantitativa d'avaluar canvis en la tensió de les benes.

Precaucions

Aquest treball ha estat realitzat amb benes noves, les caixes i els embolcalls de les quals no havien estat oberts prèviament. Tots els assajos d'una mateixa marca i color van ser fets amb el mateix rotlle, per la qual cosa es desconeix la variabilitat entre rotlles i entre partides diferents (distribuïdes per un mateix fabricant). També es desconeix el que l'obertura prèvia de la caixa podria influir en el canvi de les propietats de les benes. Tampoc no se sap la possible influència que determinats ambients calorosos i secs podrien tenir en la conservació de les propietats mecàniques. Finalment, seria interessant avaluar la fatiga mecànica dels materials (i entre aquestes la pèrdua d'adherència a la pell) una vegada col·locades les benes, per poder avaluar-ne la rellevància en la pèrdua de l'efecte terapèutic.

Conclusions

Aquest treball ha detectat una important variabilitat en les respostes mecàniques de les benes de diferents fabricants i colors de benes neuromusculars davant dels esforços de tracció. Així, si es pretenen optimitzar els seus efectes preventiu, terapèutic i de millora del rendiment, serà imprescindible conèixer amb precisió el grau de tensió necessari i assegurar que s'aconsegueix. Per a això caldrà limitar l'elecció de les marques de benes que s'utilitzin, i buscar benes amb respostes mecàniques semblants. Només així es podrà estandaritzar d'una manera fiable el mètode de col·locació, i assegurar-nos d'obtenir-hi la tensió òptima.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

1. Sijmonsma J. Manual taping neuromuscular. Cascais: Aneid Press; 2007.
2. Ebberts J, Pijnappel H. La influencia del vendaje neuromuscular sobre la prueba "Sit and Reach". Noticias de Vendaje Neuromuscular. 2007;1:2-7.

3. Fernández JM. Vendaje neuromuscular. Curso básico. Disponible en: <http://www.uclm.es/profesorado/jmfernandez/cursovendajesneuromuscular.htm#PROGRAMA_>.
4. Kase K, Hashimoto T. Changes in the volume of the peripheral blood flow by using Kinesio Taping. Book of abstracts, 18th Annual Kinesio Taping International Symposium Review; 2003. Tokyo, Japó.
5. Osterhues DJ. The use of Kinesio Taping in the management of traumatic patella dislocation. A case study. *Physiother Theory Pract.* 2004;20:267-70.
6. Put M. Taping as a therapeutic method. *Fizjoterapia.* 2007;15:27-34.
7. Zajt-Kwiwiatowska J, Rajkowska-Labon E, Skrobot W, Bakula S, Szamotulska J. Application of Kinesio Taping for treatment of sports injuries. *Research Yearbook.* 2007;13:130-4.
8. Kahanov L. Kinesio Taping: an overview of use with athletes, part I. *Ath Ther Today.* 2007;12:5-7.
9. Kahanov L. Kinesio Taping: an overview of use with athletes, part II. *Ath Ther Today.* 2007;12:17-8.
10. Chen PL, Hong WH, Lin Ch, Chen WCh. Biomechanics effects of Kinesio Taping for persons with patellofemoral pain syndrome during stair climbing. 4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering; 2008;21:395-7. Kuala Lumpur, Malàisia.
11. Yoshida A, Kalhanov L. The effect of Kinesio Taping on lower trunk range of motions. *Res Sports Med.* 2007;15:103-12.
12. Fu T-Ch, Wong A, Pei Y-Ch, Wu KP, Chou S-W, Lin Y-Ch. Effect of Kinesio Taping on muscle strength in athletes—A pilot study. *J Sci Med Sport.* 2008;11:198-201.
13. Li-Chun Yu. Effect of Kinesio Taping in acute muscle fatigue and proprioception of college volleyball players. Tesina. National College of Physical Education and Sports. Taiwan, República de la Xina; 2004.
14. Voyce J. Elastic textiles. En: Shishoo R, editor. *Textiles in Sport.* Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2005. p. 204-30.
15. Murray H, Husk L. Effects of Kinesio Taping on proprioception in the ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:34-7.
16. Morrissey D. Proprioceptive shoulder taping. *J Bodywork Movement Ther.* 2000;4:189-94.
17. Simoneau GG, Degner RM, Kramper C, Kittleson KH. Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of athletic tape applied over the skin. *J Athl Train.* 1997;32:141-7.
18. Halseth T, Mc Chesney J, De Beliso M, Vaughn R, Lien J. The effect of Kinesio Taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med.* 2004;3:1-7.
19. Cools AM, Witvrouw EE, Danneels LA, Danneels LA, Cambier DC. Does taping influence electromyographic muscle activity in the scapular rotators in healthy shoulders? *Manual Ther.* 2002;7:154-62.
20. Janwantanakul P, Gaogasigam C. Vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscle activity during the application of inhibition and facilitation taping techniques. *Clin Rehabil.* 2005;19:12-9.
21. Slupic A, Dwornik M, Bialozewski DZ. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9:634-43.
22. Chen WCh, Hong WH, Huang TF, Hsu HCh. Effects of Kinesio Taping on the timing and ratio of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle for person with patellofemoral pain. *Proceedings of the 22th Congress of the International Society of Biomechanics; 2007.* Taipei, Taiwan.
23. Aguado X, Abián J, Alegre LM, Fernández JM, Carcelén R. Mechanical behaviour of functional tape: implications for functional taping preparation. Book of Abstracts of the 13th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2008. Estoril, Portugal.