

Wat is de beste knoop in chirurgie?

Evaluatie van de stevigheid van verschillende combinaties

Philippe Robert Koninckx¹, Luiz Flávio Fernandes², Anastasia Ussia³, William Kondo⁴, Armando Romeo⁵

1. Dienst gynaecologie-verloskunde, UZ Leuven

2. University of São Paulo, Brazil

3. Gruppo Italo Belga, Villa del Rosario and Gemelli Hospitals Università Cattolica, Rome, Italy

4. Department of Gynecology, Sugiava Hospital, Curitiba, Paraná, Brazil

5. Aeronautical engineer, Santa Casa University Sao Paulo, Brazil, Education and Training Director Sul America Karl Storz

Klinische observaties tijdens cursussen voor laparoscopisch hechten hebben geleid tot een systematisch onderzoek van de weerstand van verschillende knoopcombinaties. Bij progressief toenemende tractie zal een knoopcombinatie ofwel blokkeren met ruptuur van de draad, ofwel openschuiven. De meest opvallende bevinding was dat 2,5% van de 'chirurgische knopen' (de combinatie van één dubbele en twee enkele platte knopen in de juiste richting) open schoof bij een kracht van minder dan 1 Newton (N). Enkel een dubbele of driedubbele platte knoop gevolgd door een dubbele platte knoop en een serie van vijf *half hitches/demi-clés* waarvan minstens drie blokkerend, openden nooit. Indirect verwachten we in de toekomst dunnere draden te kunnen gebruiken.

INLEIDING

Hechten en knopen behoren tot de fundamentele vaardigheden in chirurgie. De keuze om deze of gene draad en/of type knoop en knoopcombinaties te gebruiken, is veeleer een gevolg van gewoontes en opleiding dan van onderzoek naar de stevigheid en veiligheid van de verschillende combinaties van knopen en draden.

De kennis van knoopcombinaties is vrij beperkt tot algemeenheden zoals 'meer knopen verhoogt de stevigheid'. Daarom worden vaak vijf of meer knopen gebruikt voor belangrijke steken met veel tractie en zeker bij gebruik van een monofilamentdraad (1).

Ook de krachten waaraan een knoop moet weerstaan na chirurgie zijn slecht

bekend in de gynaecologie. Gezond verstand leert dat de tractie op de abdominale fascia en op de aanhechting van de mesh bij een promontofixatie groter is dan na een darmsutura. Ze is echter waarschijnlijk veel lager dan in de orthopedie waar krachten van 120N en meer nodig kunnen zijn. Bovendien hadden we de indruk dat identische knoopcombinaties zich niet altijd op dezelfde manier gedroegen (1).

MATERIAAL EN METHODE

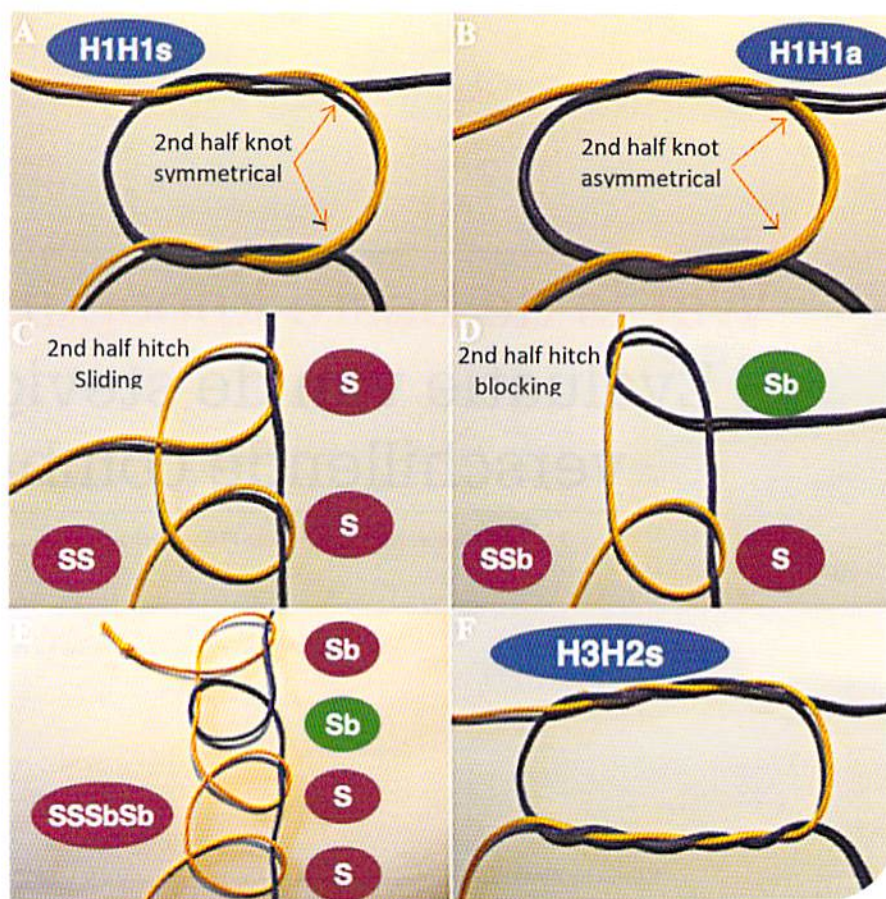
> BENAMING VAN EENVOUDIGE KNOPEN EN KNOOPCOMBINATIES

De eerste knoop is ofwel een halve knoop (H) of een *half hitch* (S). Zoals getoond in **figuur 1** is het verschil tussen een halve knoop en een platte knoop de richting van de tractie op de draden. Deze is ofwel dezelfde op

beide uiteinden (H of platte knoop), ofwel is de tractie enkel op één uiteinde (S) met daaronder een losse lus van de staart. Bij een H is er geen angulatie van de draad, in tegenstelling tot een S. Het is dan ook duidelijk dat een H verandert in een S en vice versa door de tractie op de draden te veranderen. Een H kan enkel (H1), dubbel (H2) of driedubbel (H3) zijn. Een *half hitch* is altijd enkel, tenzij een H2 door asymmetrische tractie op één draad verandert in een S2.

Voor de tweede halve knoop na een eerste halve knoop is de rotatie belangrijk: als de rotatie van beide knopen dezelfde is, vormt zich een platte knoop of H1H1s (tweede H symmetrisch), zoniet vormt zich een 'oude-wijvenknoop' (zeilerij) of H1H1a (tweede H asymmetrisch). Als de tweede *half hitch* dezelfde tractiedraad heeft als de eerste, ontstaat

Figuur 1:
Halve knopen (A en B), halve knopen (C en D) en stabiele knoopcombinaties (E en F) (overgenomen met toelating [1]).



een schuifknoop of SS; als de tractiedraad gewisseld wordt, is de tweede knoop blokkerend of SSb.

> KNOOPCOMBINATIES

Twee knopen vormen de basis van halveknoop (H)-combinaties: H1H1s, H1H1a, H2H1s, H2H1a, H2H2s, H2H2a, H3H2s en H3H2a, d.w.z. met enkele, dubbele of driedubbele eerste knoop. Deze basis kan worden versterkt door een derde of vierde knoop. Een H2H1sH1s is de klassieke chirurgische knoop.

Voor S-combinaties zijn de eerste twee doorgaans *sliding* (SS) gevolgd door 1, 2 of 3 *blocking* ten opzichte van de voorgaande (SSSbSbSb).

Voor de volledigheid van het onderzoek werden eveneens 'foute' knopen onderzocht zoals een S2H1sH1s of een chirurgische knoop waarvan de eerste knoop verkeerd werd aangetrokken.

Alle realistische combinaties werden onderzocht (Figuur 2), meer dan 2.000 in

taal. Om zeldzaam gedrag te detecteren werd elke combinatie minstens 40 en voor sommige combinaties 180 keer gemeten in een dynamometer (Figuur 3). Alle knopen werden laparoscopisch uitgevoerd in het Storz-trainingcentrum van São Paulo.

Als draad werd twee nul droge en natte Vicryl® (polyglactine) en 2*0 droge Monocryl® (poliglecapron) gebruikt.

> STATISTIEK

Statistische evaluatie gebeurde met SAS. De resultaten zijn visueel weergegeven in figuren 2 en 3 met drie schakeringen rood en drie schakeringen groen voor knopen die openen bij < 1N (donkerrood), tussen 1 en 5N, tussen 5 en 10, 10 tot 15, 15 tot 30 en meer dan 30N, en voor veilige knopen die niet openen (donkergroen). Deze intervallen werden gekozen met het klinisch aanvoelen dat een knoop die opent bij minder dan 15N niet erg veilig is, terwijl meer dan 30N vrij veilig is in de gynaecologie. Bij lage frequenties is het belangrijk te weten dat voor 120 en 80 observaties de onderste 95%-betrouwbaarheidsintervallen 2,7% en 2,8% zijn.

RESULTATEN

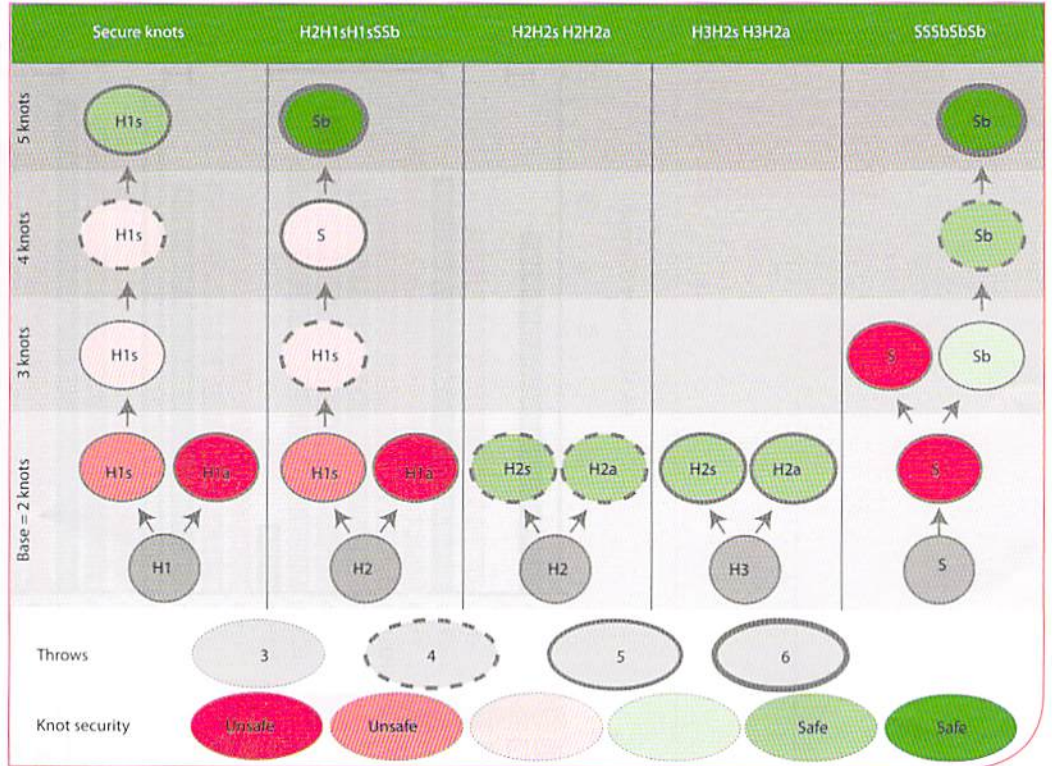
Voor H1H1 en H2H1 is rotatie belangrijk. Symmetrische tweede knopen (H1H1s en H2H1s) zijn stabielere dan asymmetrische (H1H1a en H2H1a) (beide $p < 0,0001$), zoals in onze taal plastisch aangegeven met 'oudewijvenknoop'. Dit is niet meer zo voor H2H2- en H3H2-combinaties waar de asymmetrische combinaties zelfs iets stabielere zijn dan de symmetrische.

Identische knoopcombinaties geven een wisselende stabiliteit, zoals visueel aangegeven in figuur 3. Niet enkel resulteerde H2H1s in 5% gevaarlijke knopen (open bij minder dan 1N). Zelfs de 3- en 4-knoopcombinaties H2H1sH1s en H2H1sH1sH1s en H2H1sSSb resulteerden in 3% en 2% en 1,2% potentieel gevaarlijke knopen ($p < 0,05$). Onverwacht was dat de resultaten van S2H1s en H2H1s vergelijkbaar waren.

Voor S-combinaties zijn er vijf knopen waarvan drie *blocking* nodig voor een 100% stabiele combinatie. Eigenaardig is dat SSS-combinaties niet *sliding* zijn in 10%.

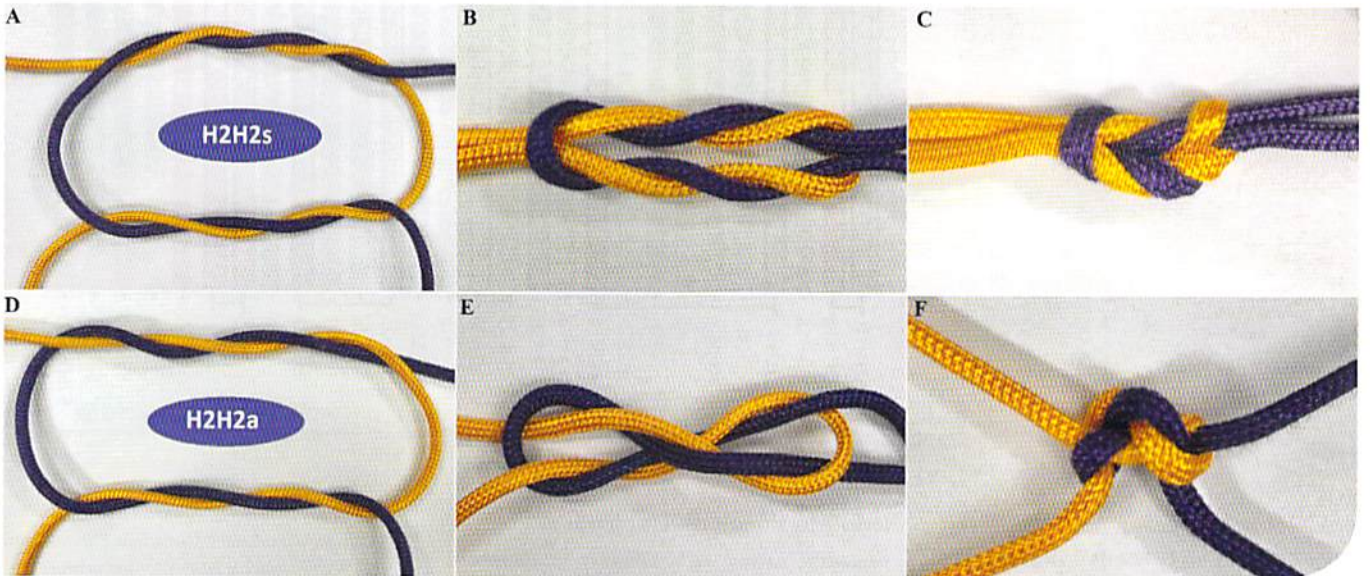
Figuur 2:

Stabiele knoopcombinaties vragen vier of vijf windingen in twee tot vijf knopen (overgenomen met toelating [1]).



Figuur 3:

Een voorbeeld van angulatie en reorganisatie van knoopcombinaties bij aantrekken. Dit legt uit waarom de rotatie van de tweede knoop bij H2H2 en H3H2 niet belangrijk is voor stabiliteit (overgenomen met toelating [1]).



Wissend gedrag van knoopcombinaties is waarschijnlijk het gevolg van de reorganisatie van knoopcombinaties door tractie, zoals getoond in **figuur 4**.

Deze resultaten met droge Vicryl® werden geconfirmeerd met natte Vicryl® en droge Monocryl®.

DISCUSSIE EN INTERPRETATIE

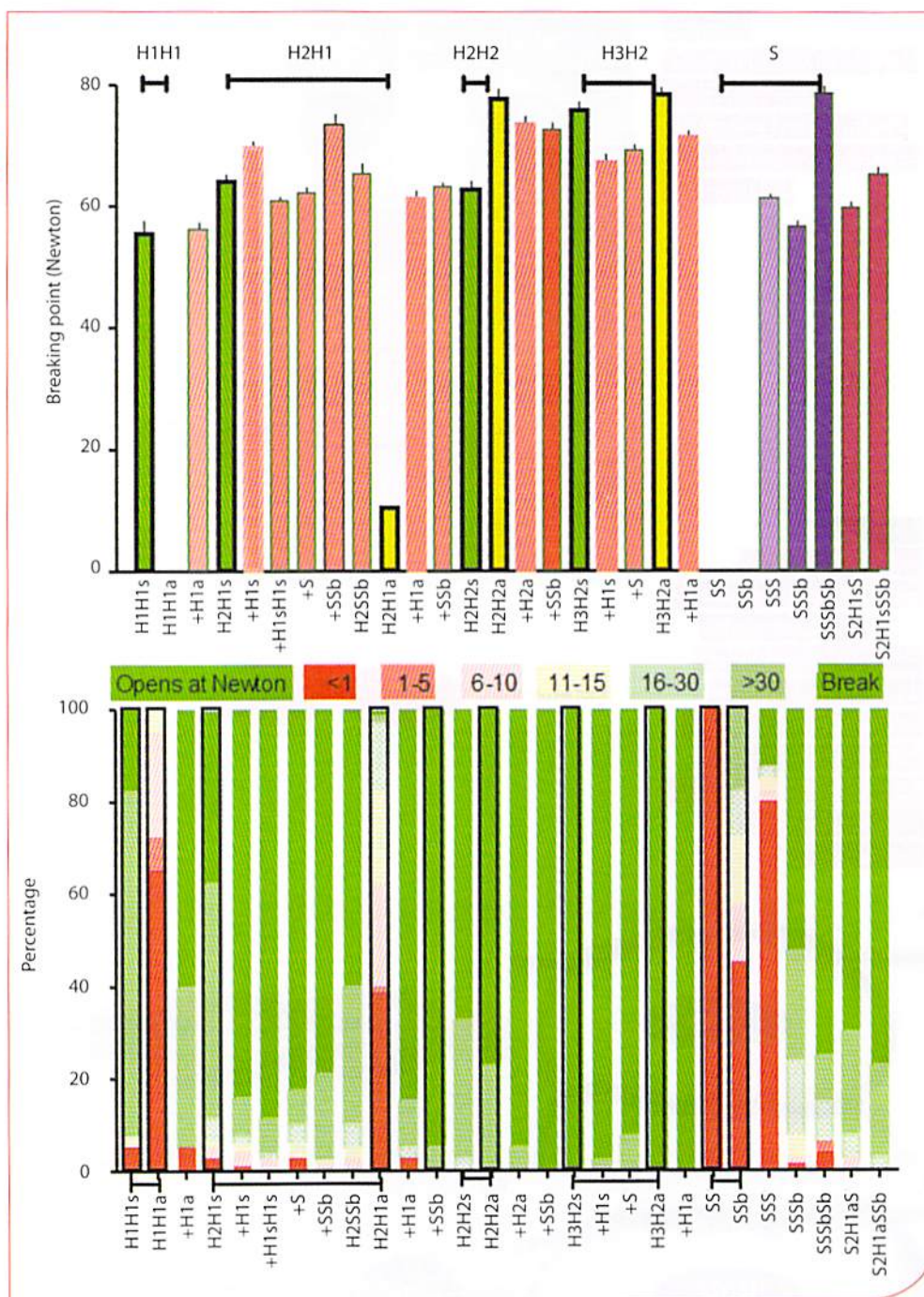
De voornaamste conclusies zoals getoond in **figuur 2** is dat twee knopen met vier of vijf windingen, of vier en vijf knopen met vijf tot zes windingen een minimum zijn voor een stabiele knoopcombinatie. Een tweede

conclusie is dat de chirurgische knoop H2H1sH1s in enkele procenten potentieel gevaarlijk is.

Reorganisatie vraagt meer onderzoek, maar wordt bevestigd door de observatie dat maar 70% en 60% van SSSS en SSSSS sliding waren (2).

Figuur 4:

Percentage stabiele en onstabiele knopen na verschillende combinaties en de kracht waarbij knopen breken (overgenomen met toelating [1]).



De extrapolatie naar gynaecologische chirurgie is onduidelijk omdat de nodige krachten in vivo niet goed bekend zijn. Gezond verstand doet vermoeden dat knoopcombinaties die openen bij < 1N gevaarlijk kunnen zijn.

Tot slot vermoeden wij dat het occasioneel openen van knopen geleid heeft tot de klinische gewoonte een dikkere draad te gebruiken 'om zeker te zijn'. De 60-70N-waarbij de 2-0 draden breken (Figuur 3) lijkt immers meer dan genoeg voor de meeste suturen in gynecologic

logie, zelfs als men rekening houdt met 50% degradatie na een week. Dunnere suturen en minder resorptiemateriaal kunnen een voordeel zijn voor herstel en adhesievorming (3).

Bedankingen

De auteurs zijn degenen die meest instrumenteel waren voor dit onderzoek. Alhoewel Nederlands-onkundig hebben zij hun akkoord betuigd met deze tekst. Wij wensen ook de andere medeauteurs te bedanken voor hun inbreng, namelijk Claudia

Lima Rocha, Fernanda de Almeida Asencio, Monica Tessmann Zomer, Christiane Fujimoto en Arnaud Wattiez, alsook Storz voor het gebruik van de faciliteiten in São Paulo.

Referenties

- Romeo A, Rocha CL, Fernandes LF, et al. What is the best surgeon's knot? Evaluation of the security of the different laparoscopic knot combinations. *J Minim Invasive Gynecol* 2018.
- Amortegui JD, Restrepo H. Knot security in laparoscopic surgery. A comparative study with conventional knots. *Surg Endosc* 2002;16:1598-602.
- Koninckx PR, Gomel V, Ussia A, Adamyan L. Role of the peritoneal cavity in the prevention of postoperative adhesions, pain, and fatigue. *Fertil Steril* 2016;106:998-1010.