

PhD Theses

**Experimental and clinical investigations of the
possibilities for the reconstruction of flexor
tendon injuries**

László Vámhidy M.D.

Program director: Prof Erzsébet Róth M.D., Ph.D., D.Sc.

**Dept. of Traumatology and Hand Surgery, Faculty of Medicine, Medical Center,
University Pécs**



2005

PhD Theses

**Experimental and clinical investigations of the
possibilities for the reconstruction of flexor
tendon injuries**

László Vámhidy M.D.

Program director: Prof Erzsébet Róth M.D., Ph.D., D.Sc.

**Dept. of Traumatology and Hand Surgery, Faculty of Medicine, Medical Center,
University Pécs**

2005

1. Introduction:

Restoration of the flexor tendon system after tendon injury within the digital sheath still remains a major problem in hand surgery. Especially difficult the problem if the flexor tendon reconstruction not a primary one. For digits that are classified pre-operatively as being in poor condition, that is, badly scarred, having residual joint stiffness, or with severe bone and soft tissue damage, the outcome after repair is disappointing; this applies as well to reconstruction for salvage of a failed flexor tendon repair. Single stage reconstructive techniques are lacking for the treatment of these injuries, and the most widespread method available and accepted is a staged flexor tendon reconstruction.

In the reconstruction of the flexor tendons we are using tendon grafts in different forms.

At the beginning of the twentieth century being done a lot of work especially in Germany by Lange, Kirschner, Rehn and Biesalski.

Bunnell in San Francisco turned his interest more toward surgery of the hand. Between the time of his first article on tendon repair in the fingers, published in 1918, and his book from 1944, he had formulated the principles that now form the basis of tendon surgery.

At that time, primary suturing of flexor tendons was almost always doomed to failure in the digital canal. Although the tendon healing was usually satisfactory, adhesions were so extensive that tendon mobility was nil. In the face of such consistently poor results following primary suturing in what he called "no man's land" in 1922 Bunnell gave his advice: "Close the skin, wait for the wound to heal, then perform a secondary repair as follows: excise the two flexors and graft the profundus tendon alone from the lumbrical to the digital extremity".

This teaching was held as a dogma by generations of surgeons (Boyes, Pulvertaft, Graham, Littler, Tubiana) for the treatment of lesions within "no man's land".

Tendon grafting is an ingenious attempt at solving some of the biologic problems of tendon repair. Not only can a tendon graft compensate for a loss of a

substance, but it also offers the advantage that the sutures are tension-free and can be placed in an optimal position, away from the fibrous pulleys, and the digital sheath.

In practice, most grafts are autogenous. The possibility of using preserved grafting materials has been considered for long time. This would allow the creation of tendon banks and obviate the need for autogenous graft.

Restoring or reconstructing the flexor tendon sheath after tendon repair has been an important step forward. The attitude toward the flexor sheaths has changed considerably over the years. For a long time the tendency was to resect much of the sheaths as possible and to preserve only narrow pulleys. The reasoning was that the sheaths formed a barrier against vascularisation of the graft and there was a risk of the grafts becoming adherent to the fixed structure. Since the studies of Peacock, Potenza, Lundborg, Matthews, Doyle and Blythe. Manske and many others the mechanical and nutritional actions of the digital flexor sheath are better understood. The most important pulleys must be reconstructed around the graft.

In 1959 Carroll and Bassett used silicone rods to induce pseudosheath formation. Since 1960, Hunter has progressively developed a two-stage procedure using a silicone rod for preliminary preparation of a pseudosheath. The basic concept of this technique is that when a pseudosynovial sheath is formed in response to a biologically inert implant, the cells adapt so that they can effectively accept the tendon graft.

On the other hand the territory of the digital sheath is not really well known. Further investigations are necessary to achieve a better result in the treatment. For this investigations is absolutely mandatory an animal model, on which the new methods, the different surgical procedures are possible to perform. This model should be very similar to the human hand, should be cheap, and the experiments should be reproducible in any place. Previous reports described the chicken foot as a valuable model for flexor tendon research.

2. Aims of the study:

Our goal was in the present study, to understand the anatomy and function of the flexor tendon system of the third (long) toe of the chicken feet, and their application in the clinical practice.

2.1. We were interested not only for the anatomy of this system, but for the differences between the flexor system of the chicken feet and human hand.

2.2. We investigated not only the macroscopic differences, but the histological, and ultrastructural findings as well.

2.3. We do believe these investigations can help to introduce a new model for the bio-pathology of the flexor tendon system.

2.4. Our findings can help in the introduction of new methods in the flexor tendon reconstruction, especially in the reconstruction of those fingers that were classified preoperatively as poor.

The next papers are attempts to achieve the aforementioned goals, and the introduction of the results in the clinical practice.

3. Anatomy of the chicken foot for the experimental investigations in flexor tendon surgery

The chicken is a convenient model for experimental tendon studies, since all of the critical structures of the human flexor tendon system are present in the chicken foot. The experimental results are reproducible and the research subjects are inexpensive.

Although chickens have a similar structure to humans in tendon physiology, there are marked differences, e.g., the tendon sheath configuration, the number of tendons, the number and type of the pulleys, the number of phalanges, and the vascular supply. Reports by Farkas et al. have described the anatomy of the chicken toe, but a standard anatomic nomenclature is still lacking .

Our goals in the present study were to review the anatomy of the flexor tendon system of the third (long) toe of the chicken, to expand knowledge of the vascular supply in these systems, and to examine the structures of the chicken flexor tendon system under light and electron microscopy in comparison with the human system.

Materials and Methods

Thirty feet from white Leghorn chickens were examined. In five the skin was removed from the plantar surface of the third (long) toe up to the metatarsal level. The tendon sheath was injected with methylene blue and mercurochrom solution at the level of the first IP. Joint. Using a Zeiss stereoscope, all the connective tissues overlying the sheath were removed and the location of the tendon sheath, as well as the number and position of the pulleys were examined. In five feet the tendon sheath was incised longitudinally over its full length and tendon locations, tendon insertions, and vincula were examined.

In five feet, the tendon-tendon sheet unit of the third (long) toe was removed and fixed in 10% formalin. The blocks were embedded in celloidin-paraffin, and serial sections were made. The slides were stained with HE, PAS-HE, Van-Gieson and Krutsay stain.

For scanning electron microscopy, blocks were made from the membranaceous part of the sheath at the level of the second phalanx, from the C3 pulley, and from the visceral tenosynovium at the same level in five digit samples. The blocks were fixed in 2,5% buffered glutaraldehyde and dehydrated. Then the specimens were dried with a critical-point drying method, coated with gold, and examined in an EM ASID 4 and a TESLA BS 300 electron microscope.

Results

The chicken's third (long) toe flexor tendons are covered by a tendon sheath extending from the insertion of the flexor profundus tendon just below the trifurcation of this tendon at the level of the distal tarso-metatarsus. It is an important difference between the chicken foot and the human flexor system that the tendon

sheath of the third (long) toe of the chicken is divided into two parts by a thin membrane at the level of the vinculum longum insertion.

The distal part of the tendon sheath forms a „cul de sac“ at this level. The sheath - a thin, fragile, connective-tissue membrane - has thickenings called pulleys, similar to the structures present in the human hand. Recently Telepun et al. published a new description of the pulley system of the chicken's third (long) toe. We found that this toe of the chicken has five pulleys; namely one at the level of the metatarsophalangeal joint, one at the distal part of the first, second, and third phalanges, and one above the third I.P. joint.

We propose to classify these structures as C1-5 from proximal to distal. Pulleys C1 and C4 are wide, about 5-7 mm in size and weaker than pulleys C2 and C3. Former contain fibers, both circular and cruciform orientations whereas pulleys C2 and C3 are narrow structures, 2 mm in size contain circular fibers. Pulley C5 is thin fragile structure containing circular fibers.

The flexor system of the chicken's third (long) toe is composed of three tendons, namely, the musculus flexor perforatus, the musculus flexor perforans and perforatus, and the musculus flexor profundus. This is a further considerable difference between the human and chicken flexor systems

Sections made from the tendon-tendon sheath unit at the portion between the third and fourth pulleys reveal the visceral and parietal parts of the tenosynovium. The parietal part has an external well-developed layer, rich in collagen fibers

Scanning electron micrographs of the chicken's parietal tenosynovium show an undulating wrinkled surface, especially at higher magnification the synovial cells may swell out from the surface and interconnected with fibrils and filopodia.

Discussion

The anatomic findings described concur generally with the descriptions published by Farkas et al. and Koch, however, more detailed and additional observations were made in our dissections.

The first of these differences is in the composition and classification of the tendon sheath. In contrast to Farkas et al. , the dorsal portion of the tendon sheath cannot be separated from the underlying periosteum and volar plates; it can be removed only together with associated structures. The sheath is firmly attached to the bifurcation of the flexor perforatus and superficialis tendon as well. The main difference is that the tendon sheath of the chicken's third (long) toe is divided into two parts by a thin membrane. The FDP is running in a separate sheath from the vinculum longum insertion. The importance of this finding is that the flexor tendon experiments are usually done in this region.

Regarding the pulley system, Farkas et al. , and similarly Telepun et al. described only two short pulleys on each of the phalangeas 1 and 2. We found the existence of five annular pulleys. Because of these new findings, we propose to classify these structures as C 1-5 from proximal to distal.

The construction of the chicken C1 and especially C4 pulleys shows a striking similarity to the human AP1 pulley in the tendon-tendon sheath anatomy. In addition no pure cruciform ligaments exist, although cruciform fibers can be observed. From a functional aspect, chickens exhibit three pulleys, C2, C3 and C4, while in humans the number of pulleys is two, an AP1 and an AD1 pulley . The difference in the number of pulleys can be correlated with the extra phalanx in the chicken digit.

We suggest the following nomenclature for tendons:

New	Previous
Flexor digiti superficialis vs. Proximalis - FDSP	Flexor digiti perforatus - FDP
Flexor digiti superficialis vs Distalis - FDSD	Flexor digiti perforans perforatus - FDPP
Flexor digiti profundus - FDP	No change

Our light- and electron-microscopic studies confirm the data reported by Inoue et al. and established the similarity of the histological structure of the tendon-tendon sheath unit between the human hand and the chicken foot. Since the chicken foot is a weight bearing structure and is designed to grasp and/or hold (in a modified primate fashion) and therefore a parallel between the human hand and the anatomic function of the chicken foot cannot be drawn.

4. Histology and Ultra structure of the Normal Tenosynovium and Pseudo Sheath in Chickens and Humans

In recent work the following questions were investigated using light microscopic, scanning electron microscopic, and transmission electron microscopic investigations:

1. What is the structure of the parietal and visceral layers of the normal tenosynovium and the pseudo sheath?
2. Where are the synovial cells and what is the morphology and function of these cells?
3. What is the mechanism of tendon healing within the pseudo sheath?

Materials

Young adult chickens were used as experimental animals because of the anatomic similarity between their digits and those of humans. Fresh human cadaver digits, amputated fingers, and little pieces of the tendon sheath of injured patients were studied. A total of 45 chickens and 18 human materials were used. Ten chickens and 6 humans served as controls. All the animals that suffered postoperative infection or an operative failure were excluded from the recent study. The experimental model was similar to human flexor tendon injuries, including scar formation and the two-stage reconstruction.

All chickens were anaesthetized with ketamine and local nerve block was given to the digital nerves using 1% Lidocaine. First the flexor digitorum profundus (FDP) tendon of the long toe of the chicken foot was injured at the level of the insertion of

the flexor digitorum superficialis (FDS). After 4 weeks the long toe was explored using a zigzag incision, and the scarred tissues were removed together with the remaining FDP stumps from the territory of the tendon sheath. A silicone rubber rod was implanted into the digit for replacement of the missing FDP tendon. A plaster cast was applied for two weeks. Six weeks after the silicon rubber implantation, the silicone rubber implant was replaced with a tendon graft taken from the other foot using only a small proximal and distal incision. A plaster cast fixation was applied immobilizing the metatarsophalangeal (MTP) and interphalangeal (IP) joints in flexed position for two weeks. Normal activity was allowed for the animals after the cast was removed. Specimens were obtained from the normal tendon sheath and from the pseudo sheath 6 weeks after the silicone implantation and 4 weeks after replacing the silicone implant by autogenous tendon graft. For light microscopy, paraffin sections were stained with haematoxylin-eosin and with Krutsey trichrome. For scanning electron microscopy, samples were fixed in 2.5% glutaraldehyde at pH 7.4, were dehydrated in grading alcohol, and dried in a critical point dryer apparatus. The specimens were coated with gold and examined in a TESLA BS 300 scanning electron microscope. For transmission electron microscopy, tissue was fixed in 4% glutaraldehyde and 2% osmium tetroxide, embedded in Durcupan ACM and examined with a JEM 100 B type electron microscope.

Discussion

The structure of the synovial layer is controversial in the literature. Some authors did not find a continuous cellular lining of the normal synovial sheath or of the pseudosheath observing only an irregular tenosynovial layer . Others have observed a regular tenosynovial surface, using scanning and transmission electron microscopy . According to the scanning microscopic observations of the cellular protrusions of the lining cells of the vincula and the parietal sheath are covered with fibrils and vesicular particles, the synovial cells of the visceral surface are flat, enmeshed with filamentous fibrils. The structure described above has a similar built-up in both the normal and the pseudo sheath. The same regular architecture was found both in the chicken and human sheath.

The ultra structure and function of the synovial cells were studied first in the joint synovial membrane. Two types of synovial cells have been recognized by transmission electron microscopy. Type A cells have phagocytic capacity with features of absorptive macrophagic cells. Type B cells have the ultrastructural characteristics of secretory cells producing probably protein and hyaluronic acid.

The results of our experiment proved that the reorganization of the tendon graft takes place under this way undergoing a gradual reorganization . There is a possibility for intrinsic repair for the tendon graft under ideal conditions during the two stage procedure, according to the data from the literature and our experiments. The synovial fluid has probably important components to lubricate the newly formed sheath preventing adhesion formation. The neurovascular supply and the remodeling of collagen and early function are other important factors as well.

In some cases it is difficult to achieve the ideal healing conditions in clinical practice. Further investigations are necessary for the better understanding of the biological healing process altogether with its adaptation to the clinical practice. These efforts can result in the improvement of the final outcome after tendon reconstruction.

Conclusions

1. The normal visceral and parietal flexor tendon sheath contains regular layers of synovial cells. At 6 weeks the pseudo sheath has a similar appearance to the normal sheath.
2. The morphology and probably the function of type A and B synovial cells are also similar in the newly formed sheath.
3. Under ideal conditions the nutritional supply of the tendon graft is very important for the proliferation of the epitenon cells during the repairing process. According to our observation, the tendon graft undergoes gradual reorganization.

5. Problems of the two-phase flexor tendon reconstruction.

Clinical experiences

The injuries of the flexor tendons are rather common. Initial treatment is essential in such cases, and they can determine the fate of the patient. In this regard it is especially sad that it is often impossible to give primer or delayed primary treatment due to the different reasons, such as the severe ness of the particular injury, other injuries, the danger of infections, or other reasons.

The literature shows the following methods used to try to prevent the scar formation around the tendon: 1., The use of artificial tendons 2., the use of blocking materials, that prevent scar formation between the tendon and its surrounding; 3., Use of pharmaceuticals to decreases the scar formation around the tendon 4., Development of a pseudosheath which provides a gliding surface to the transplanted tendon .

Material and method

93 patients well treated between January 1. 1980 and December 31. 1990 using two-phase tendon reconstruction at the Dept. of Traumatology University Medical School Pécs and the Dept. of Traumatology Markusovszky County Hospital.

The follow up examinations were done in March 1992, at which 53 patients showed up.

There were 44 men and 9 women. In 27 cases the right, while in 26 cases the left hand was involved.

Indications for the two-step tendon reconstruction were:

- Conquassating injury
- Previous unsuccessful surgery
- Extending scar formation of the tendon sheath
- Previous infection

Surgical technique

In most cases zigzag incisions were applied, recently we prefer to use middle-lateral incision based on biomechanical considerations . We are careful not to damage the intact parts of the tendon sheath. We take out all scary tissues while trying to carefully preserve the A2 and A4 pulleys. In case of extensive scarring the pulleys are replaced.

We have been using simple silicon rods with 4 or 5 mm diameters, since we do not have original silicon rods reinforced by Dacron. The silicon rod is securely fixed beneath the distal stump of the FDP. The proximal end of the silicone rod is placed beneath the proximal stump of the flexor tendon, but without any fixation. If only the fingers have scar formation we use short silicon rods, while in case of having extensive scarring on the palm as well, we use long ones, which reach the carpal region.

In most cases zigzag incisions were applied, recently we prefer to use middle-lateral incision based on biomechanical considerations . We are careful not to damage the intact parts of the tendon sheath. We take out all scary tissues while trying to carefully preserve the A2 and A4 pulleys. In case of extensive scarring the pulleys are replaced.

We have been using simple silicon rods with 4 or 5 mm diameters, since we do not have original silicon rods reinforced by Dacron. The silicon rod is securely fixed beneath the distal stump of the FDP. The proximal end of the silicone rod is placed beneath the proximal stump of the flexor tendon, but without any fixation. If only the fingers have scar formation we use short silicon rods, while in case of having extensive scarring on the palm as well, we use long ones, which reach the carpal region.

Results

The follow up examinations of the of the patients was done using the Buck-Gramcko scheme. The results were excellent for 8, good for 20, acceptable for 14, and bad for 15 fingers, respectively. Our results are slightly worse than the ones given in the literature, due to the more than average bad results. At the same time about half

of our patients belonged to the bad preoperative prognosticated group, and that is higher than in the literature data.

Conclusion

Our conclusion is that the two-phase tendon transplantation is a promising and good, albeit not the only possible, method for most injuries involving flexor tendon injuries with bad prognoses. Those results that were achieved with animal experiments needs ideal conditions, usually cannot be reproduced in human injuries due to different biological and clinical factors. It is the experienced hand-surgeon, who can determine based on the preoperative examinations what the best surgical procedure should be.

6. New results

The results of the experimental investigations of flexor tendon reconstruction and the clinical experiences can be summarised as follows:

1. Investigations of the experimental model:

1. That new fact has a paramount importance, the chicken third (long) toe has a divided tenosynovial sheath. We have to take into account during the experimental planning this fact, the FDP (flexor digitorum profundus) is running in a separate tendon sheath from the insertion of the vinculum longum.
2. The exact description of the pulleys of the third (long) toe of the chicken, and introduction of a new terminology.
3. The description of the vincular system of the third (long) toe of the chicken feet. It was established the FDSD (flexor digitorum superficialis distalis) has a separate vincula.
4. The exact circulation of the third (long) toe of the chicken was described, and the presence of the digitopalmar arch was verified as well.

5. It was pointed out, the light-, and electron microscopical structure of the third (long) toe of the chicken toe has a very similar structure to the human tendon-tendon sheath unit.

2. Comparison of the ultra structure of the normal tenosynovium and the pseudo sheath.

1. Type A (phagocytic capacity) and type B (secretory capacity) synovial cells were demonstrated in the chicken as an experimental model, in the pseudo sheath in chicken and in the human tenosynovium.
2. It was proved experimentally, the incorporation of the tendon transplant built in with an intrinsic mechanism.
3. The role and importance of the synovia was emphasized during the tendon healing.

5.3. Clinical experiences during two phase tendon reconstruction.

1. Ideal circumstances were provided according to the experimental data during the clinical practice.
2. The choose the most appropriate surgical method according to the preoperative prognosis.
3. The results were evaluated compared to the preoperative prognosis.

Acknowledgements

I would like to thank for all of my heart the help and support of the following people, who have played an important role in the accomplishment of this work.

First I have to thank to my masters as follows:

Prof Mihály Forgon, who has put me on my way in the field of traumatology and hand surgery;

Prof Vilmos Bíró, who introduced me in the beauty of the tendon surgery, and in the experimental work;

Prof Berish Strauch, who provided me a perfect experimental background in the flexor tendon research;

Prof József Nyárády, who supported very much the finish of my work, with great determination, and firmly turned me back to this work among the tough daily routine.

I have to thank my program leaders, first Prof Árpád Bellyei, and then Prof Erzsébet Róth their useful help.

I am really very grateful to Prof Salamon Antal for the impact of his skill in the research to me.

I have to thank the help of Dr Józsa and Dr Trombitás in the experimental work.

I am absolutely obliged to my friends; Michael Ferder, István Naumov and Gábor Farkas for their support and friendship. I have to thank to all of my colleagues their help as well.

In the experimental work and in the documentation I have got a lot of support from Marika Budán, Fürtösné Gabriella Varró , Csilla Várady and Ilona Molnár.

I have to thank the support of my sister and brother-in-law, which always put me under pressure to finish the work, and provided a really excellent scientific background.

And at least, but not last I have to thank to my wife, Éva, and to my children, László and Judit the safe background, the support and their love.

PhD értekezés tézisei

**Kísérletes és klinikai vizsgálatok a
hajlítóínsérülések helyreállításának
lehetőségeiről**

Dr. Vámhidny László

**Program és témavezető: Prof Dr. Róth Erzsébet Ph.D.,
D.Sc.**

**Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Balesetsebészeti és
Kézsebészeti Klinika**

2005

1. Történeti áttekintés:

A hajlítói rendszer helyreállítása az ínhüvely területén napjainkban is komoly kihívást jelent a kézsebészek számára. Különösen nehéz a helyreállítás, ha nem elsődleges rekonstrukcióról van szó. Azoknál az ujjaknál, melyek a praeop. prognózis szerint rossz minősítést kaptak, azaz hegesek, az ízületek kontraktúrák, vagy kiterjedt lágyrész, vagy szövethiány volt, a helyreállítás utáni eredmény elkeserítő; hasonló igaz a sikertelen hajlítói helyreállítás utáni rekonstrukciókra is. Az egyfázisú helyreállítás ezen problémák kezelésére alkalmatlan, ezért a leginkább elfogadott eljárás a helyreállítására a több fázisú helyreállítás.

A helyreállítás során különböző formákban használunk ín-transzplantátumot.

A XX. Század elején elsősorban német szerzők fejtették ki komoly kutatómunkát a témakörben, különösen Lange, Kirschner, Rehn és Biesalski.

San Franciscóban Bunnell figyelme is elsősorban a kézsebészet felé fordult. Munkássága során az 1918-ban közölt cikkektől az 1944-ben megjelent híres könyve között eltelt időben megalapozta azokat az eljárásokat, melyek napjainkban is az ínsebészet alapját képezik.

Ebben az időben a primér helyreállítás végzetesen rossz eredményeket adott az ínhüvely területén. Annak ellenére, hogy az ínseb meggyógyult, a környező összenövések miatt működése lehetetlenné vált. A folyamatos rossz eredmények miatt Bunnell ezt a területet elnevezte „a senki földje”-nek vagy elterjedt kifejezéssel „no man’s land”-nek. 1922-ben született ajánlása szerint „Zárd be e bőrt, várjál amíg meggyógyul, majd másodlagos helyreállítást végezzél az alábbi módon: irtsd ki a hajlítói inakat, és pótolj in-transzplantátummal a lumbricalisok szintjétől az ujj végéig, csak a mély újjhajlítót pótolva”.

Ez a tanítás dogmaként szerepelt sebészek nemzedékeinek számára (Boyes, Pulvertaft, Graham, Littler, Tubiana) a „senki földje” sérüléseinek kezelésében.

Az ínátültetés egy sajátos eljárás az ínhelyreállítás problémáinak megoldására. Az ingraft nem csak a hiányzó inat pótolja, hanem azzal az előnnyel is szolgál, hogy az ínvarratok feszülés nélkül készíthetők el. Ezen kívül elhelyezésük optimális lehet,

elkerülik az ínhüvely és a gyűrű szalagok megbolygatásának problémáját az ín hüvely területén.

A gyakorlatban a legtöbb íntranszplantátum autológ. Konzerv inak használatának lehetősége hosszú időre nyúlik vissza az irodalomban. Ez a lehetőség megteremtene egy ín bank létrehozását, és elkerülhetővé tenné a saját inak felhasználását.

Az ínhüvely helyreállítása ín helyreállítást követően fontos lépés volt előre. Az ínhüvely szerepének megítélése sokat változott az évek során. Hosszú ideig a követendő eljárás az ínhüvely minél teljesebb kimetszése volt, csak a gyűrűszalagok megőrzésére törekedtek. Az elképzelés oka az volt, hogy az ínhüvely gátat képezett a transzplantátum újraereződésének, valamint az ínhüvely és a transzplantátum közötti kiterjedt hegesedés veszélye is fennállt. Napjainkban Peacock, Potenza, Lundborg, Matthews, Doyle, Blythe, Manske és mások munkássága nyomán a az ínhüvely mechanikai és biológiai szerepe sokkal jobban ismert. Szintén ismert az is, hogy a legfontosabb gyűrűszalagokat helyre kell állítani.

1959-ben Carroll és Bassett szilikon rudat használt pseudo-ínhüvely kialakítására. 1960-óta Hunter fokozatosan kialakított egy olyan eljárást, mellyel szilikon rúddal sikeresen alakítható ki pseudo-ínhüvely. Az eljárás alapja az a megfontolás, hogy egy biológiailag semleges anyag körül kialakuló új ínhüvely sejtei úgy alkalmazkodnak, hogy egy ín-transzplantátumot is támogatni tudnak.

Másrészről az ínhüvely területe manapság sem teljesen ismert. További vizsgálatok szükségesek a kezelési eredmények javításának érdekében. Ezen vizsgálatok elvégzéséhez alapvető egy olyan állat kísérletes modell kialakítása, melyen az új eljárások, a különböző sebészeti módszerek elvégezhetőek, és jól vizsgálhatóak. Az alkalmazott modellel szembeni követelmények: nagyon hasonlónak kell lennie az emberi kézhez, lehetőleg olcsó legyen, és a kísérleteket bárhol le lehessen folytatni. Korábbi közleményekben a tyúk került leírásra mint alkalmas kísérleti alany.

2. A tanulmány célja:

A jelen tanulmány célja a tyúk harmadik (hosszú) ujj hajlítói rendszerének a megértése.

2.1. Nem csak az ín-inhüvely egységet tanulmányoztuk, de törekedtünk a különbségek feltárására a csirke láb és az emberi kéz ilyen jellegű szerkezete között.

2.2. Nem csak a makroszkópos rendszert, hanem a fénymikroszkópos és az elektronmikroszkópos felépítést is tanulmányoztuk.

2.3. Úgy hisszük, ezek a vizsgálatok egy új megközelítést jelentenek a hajlítói rendszer sérüléseinek vizsgálatában és biopathológiájának megítélésében.

2.4. Vizsgálataink elősegíthetik új, jobb gyógyulást eredményező eljárások bevezetését a hajlítói sérülések gyógyításában, különösen azon ujjak helyreállításában, melyek a praeoperative osztályozás során rossz minősítést kaptak.

3. A tyúkláb anatómiája a hajlítói sérüléseket tanulmányozó kutatások számára.

A tyúk alkalmas kísérleti állat az ínsérülések tanulmányozására, mivel mindazon fontos alkotórészrel rendelkezik, melyek az emberi kézben is fellelhetők. A kísérleti folyamatok és eredmények ismételhetők, és a kísérletek olcsók.

Jóllehet a tyúk hajlítói rendszere hasonlít az emberéhez, lényeges különbségek is megfigyelhetők, pl. az ínhüvely felépítése, az inak száma, a gyűrű szalagok felépítése és száma, az ujjpercek száma, és a vérellátás. Farkas munkássága sokat jelentett a tyúk hajlítói rendszer anatómiájának ismertetésében, de egy állandó anatómiai nomenklatúra még mindig hiányzik.

Jelen tanulmányunk célja a tyúk mint kísérletes állat középső (hosszú) ujj anatómiájának revíziója, tudásunk kiterjesztése a vérellátásra, és fény, valamint elektron mikroszkópos vizsgálatok elvégzése az emberi kéz ín-inhüvely egységének összehasonlításával.

Anyag és módszer:

A kísérletek során 30 fehér Leghorn tyúk lábát vizsgáltuk. Öt esetben a harmadik (hosszú) ujj bőrét eltávolítottuk a metatarsalis szintig. Az ínhüvelyt metilénkéssel, és merkurokrómmal töltöttük fel az I. IP ízület szintjében. Zeiss sztereoszkóp használatával eltávolítottuk az indifferens kötőszövetet, és tanulmányoztuk az ínhüvelyt, annak részeit, valamint a gyűrűszalagok elhelyezkedését és lefutását. Öt láb esetében az ínhüvelyt teljes hosszában felmetszettük, és az inak helyzetét, tapadását, és a vinculákat tanulmányoztuk.

Öt lábból a harmadik (hosszú) ujj ín-ínhüvely egységét eltávolítottuk, és 10 %-os formalinban rögzítettük. Az eltávolított mintákat celloidin-paraffinba ágyaztuk, és sorozat metszeteket készítettünk. A metszeteket HE, PAS-HE, Van-Gieson és Krutsay festéssel festettük.

Scanning elektronmikroszkópos vizsgálatok céljára blokkokat készítettünk az ínhüvely membranózus részéből a második ujjperc, és a C3-as gyűrűszalag szintjéből, valamint a viscerális ínhüvelyből hasonló magasságokban. A blokkokat 2.5%-os pufferelt gltutáraldehidben rögzítettük, és dehidráltuk. Ezt követően a mintákat kritikus pont szárítással kiszárítottuk, arannyal festettük és EM ASID 4 és TESLA BS 300 elektron mikroszkóppal vizsgáltuk.

Eredmények

A tyúk harmadik (hosszú) ujjának hajlító inát ínhüvely borítja, mely a mély hajlító tapadásától a tarso-metatarsus szintjében lévő trifurcatióig tart. Igen lényeges különbség az emberi és atyúk ín-ínhüvely egység között, hogy utóbbit egy vékony membrán osztja ketté a vinculum longum tapadásának megfelelően.

Az ínhüvely ebben a szintben egy „cul de sac”-t képez. Az ínhüvely – egy vékony sérülékeny hártya – megerősödött részekkel bír, melyeket gyűrűszalagoknak nevezünk, hasonlóan az emberi kézben találtakhoz. Újabban Telepun és mtsai. közöltek egy új nomenklatúrát a tyúk harmadik (hosszú) ujj ínhüvely rendszerének gyűrűszalagjairól. Mi úgy találtuk, hogy a tyúk középső ujján 5 gyűrűszalagot

találunk; nevezetesen egyet a metatarsophalangealis ízület szintjében, egyet-egyét az egyes phalanxok distalis harmadában, és egyet a harmadik IP ízület szintjében.

Javasoljuk ezek C1-5-nek történő elnevezését proximaltól distal felé. A C1 és C4 gyűrűszalag kb. 5-7 mm széles képlet, mely a C2-s és C3-as gyűrűszalagoknál gyengébb és mind körkörös, mind ferde rostokat tartalmaz. A C2-es és C3-as gyűrűszalagok kb. 2 mm szélesek, erős körkörös rostokat tartalmaznak. A C5-ös gyűrűszalag egy vékony szalag, mely körkörös rostokat tartalmaz.

A tyúk harmadik (hosszú) ujjának ín-inhüvely egysége három inat tartalmaz, nevezetesen a musculus flexor perforatus-t, a musculus flexor perforans et perforatus-t, valamint a flexor profundust. Ez egy további el nem hanyagolható különbség az emberi kéz és a tyúk lába között.

Metszeteket készítettünk az ín-inhüvely egységből a harmadik és a negyedik gyűrűszalag közötti szakaszból a visceralis és parietális inhüvely tanulmányozására. A parietális rész egy vastag kollagén rostokban gazdag szövetből áll.

A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok egy hullámzó egyenetlen felszínt mutatnak, különösen nagyobb nagyításnál. A synovialis sejtek kiemelkednek a felszínből, rostok és nyúlványok kötik őket össze.

Megbeszélés

Talált anatómiai lelet nagyjából megegyezik azzal a leírással, melyet Farkas és munkatársai valamint Koch írt le, azonban részletesebb és további megfigyeléseket tettünk munkánk során.

Az első különbség az összetételben és a klasszifikációban az inhüvely maga. Farkassal ellentétben azt találtuk, az inhüvely dorsalis része nem különíthető el az alatta fekvő periosteumtól és volar plate-ktől, csak azokkal együtt távolítható el. Az inhüvely keményen rögzül a flexor perforatus és superficialis ín bifurcatiojánál is. A fő különbség azonban, hogy a tyúk III. (hosszú) ujj inhüvelye egy vékony membrán által két részre osztott. Lényege ennek a megfigyelésnek az, hogy az ínkísérletek rendszerint ebben a régióban történnek.

A gyűrűszalag rendszerrel kapcsolatban Farkas és mtsi., valamint Telepun és mtsi. Csak két rövid gyűrűszalagot írtak le, mind az I-es mind a II-es phalanxon. Mi összesen öt gyűrűszalagot találtunk. Az új megfigyelésnek megfelelően javasoljuk ezen struktúrák CI-V-ig elnevezését. A tyúk CI-es és különösen a CIV-es gyűrűszalaga igen nagy hasonlóságot mutat az emberi API-es gyűrűszalaggal. Továbbá tiszta cruciform gyűrűszalag nem figyelhető meg, jóllehet cruciform rostok megfigyelhetők. Funkcionális megfontolásból számbeli különbségek figyelhetők meg a tyúk és az emberi hajlító ínhüvely egység között. A különbség a gyűrűszalagok számában megfelelhet az eggyel több phalanx létezésének a tyúk ujjában.

Javasoljuk az alábbi elnevezéseket a hajlítóínakra.

Új		Korábbi
Flexor digiti superficialis Proximalis - FDSP	vs.	Flexor digiti perforatus - FDP
Flexor digiti superficialis Distalis - FDSD	vs	Flexor digiti perforans perforatus - FDPP
Flexor digiti profundus - FDP		Nincs változás

Fény és elektronmikroszkópos tanulmányaink megerősítették azt a tényt, melyet Inoue és mtsi. figyeltek meg, nevezetesen a szövettani felépítésnek a hasonlóságát az emberi kéz és a tyúkláb ín-ínhüvely egysége között. Mivel a csirkeláb egy teherviselő szerv, és fogásra, valamint tartásra is szolgál, ezért közvetlen hasonlóság nem vonható le az emberi kéz és a csirkeláb között. A fogás, tartás funkció azonban figyelemreméltó.

4. A normál tenosynovium és a pseudo ín hüvely szövettani és ultrastrukturális tulajdonsága tyúkban és emberben

A következő kérdéseket vizsgáltuk, fény, scanning és elektronmikroszkópos módszerekkel:

1. Milyen a parietalis és visceralis réteg felépítése a normál és a pseudoín hüvelyben?
2. Milyen synoviális sejteket találunk, milyen ezek morfológiája és funkciója?
3. Mi az ín gyógyulásának mechanizmusa a pseudoín hüvelyben?

Anyag és módszer

Kísérleti állatként fiatal felnőtt tyúkokat használtunk az anatómiai hasonlóság miatt. Az emberi ín hüvely holttestek ujjáiból amputált ujjakból és sérült betegek ín hüvelyének kis darabjaiból készült mintákon vizsgáltuk. Összesen 45 tyúk és 18 emberi anyag szerepelt a tanulmányban. 10 tyúk és 6 emberi anyag kontrollként szolgált. Azokat az állatokat, melyeknél fertőzés alakult ki, a kísérletből kizártuk. A kísérleti modell mindenben megfelelt az emberi hajlítón sérüléseknek belefoglalva a hegképződést és két fázisú helyreállítást is.

A tyúkokat Ketaninnal altattuk, valamint helyi vezetéssel érzéstelenítést is alkalmaztunk 1%-os Lidocaint használva. Először a flexor digitorum profundus (FDP) ínat a tyúk III. (hosszú) ujjának sértettük, a flexor digitorum superficialis (FDS) szintjében. 4 hét elteltével az ujjat feltártuk, cikk-cakk metszést alkalmazva és a heg szövetet, valamint a visszamaradó FDP csonkokat az ín hüvely területéről eltávolítottuk. Szilikon rudat illesztettünk az eltávolított ín helyére, ezzel pótolva azt. Az ujjat 2 hétig gipszben rögzítettük. 6 héttel a szilikon rúd beültetését követően ezt eltávolítottuk, pusztán egy rövid proximális és distalis metszést alkalmazva és az ellenoldali lábból eltávolított íngrafttal pótoltuk. Az ujjat ismét gipszben rögzítettük, rögzítve a metatarsophalangealis és az interphalangealis ízületeket hajlított helyzetben 2 hétre. Gipsz eltávolítást követően az állatok normál életvitelt folytattak. 6 héttel a szilikon implantációt követően és 4 héttel az autológ ínátültetést

követően mintákat vettük mind a normál mind a pseudoínhüvelyből.

Fénymikroszkópos vizsgálatok céljára parafinmetszeteket használtunk, hematoxylin-eosin és Kruttsay festéssel. Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok céljára a mintákat 2.5%-os glutálaldehydben fixáltuk 7.4-es Ph mellett. Felszálló alkoholsorban dehidráltuk, és egy kritikus pont szárítóval szárítottuk. A mintákat arannyal festettük és egy TESLA DS300 elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatok céljára a mintákat 4%-os glutálaldehydben és 2% ozmiumpetroxidban fixáltuk és Durcupan ACN-ben ágyasztuk. A vizsgálatokat JEM100B típusú elektronmikroszkóppal végeztük.

Megbeszélés

A synoviális réteg struktúrájának megítélése ellentmondásos az irodalomban. Több szerző nem talált folyamatos sejtes felszínt az ínüvelyben, vagy a pseudoínhüvelyben és csak egy rendszertelen tenosynoviális réteget tudott megfigyelni. Mások ezzel szemben egy rendezett tenosynoviális surfacet figyeltek meg mind pásztázó mind transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatokkal. A pásztázó elektronmikroszkópos tanulmányok alapján a sejtek a parietális ínüvelyben kiemelkednek, fibrillumokkal és vesiculumokkal borítottak, ezzel szemben a viscerális synovia sejtei laposak, szalagszerű rostrétegbe ágyazottak. Az előzőekben leírt struktúra hasonló felépítést mutat mind a tyúk és emberi ínüvelyben.

A synoviális sejtek ultrastruktúrájának vizsgálatát elsőnek ízületi belhártyában végezték. Két típusú synoviális sejt különböztethető meg. Az „A” típusú sejtek fagocita kapacitással rendelkeznek, míg a „B” típusú sejtek ultrastruktúrális tulajdonságai secretoros sejtet mutatnak, melyek valószínűleg fehérjét és hyalin savat termelnek.

Megfigyeléseink azt bizonyították, hogy az átültetett ín egy fokozatos átépülésen megy végbe a gyógyulás folyamán. Ideális feltételek esetén lehetséges az ín transzplantátum intrinsic gyógyulása a kétszakaszos ínhelyreállítás során, ezt mind irodalmi, mind saját megfigyeléseink alátámasztják. A synoviális folyadékban

valószínűleg olyan fontos componensek találhatók, melyek elősegítik az ínhüvely kialakulását illetve megakadályozzák a hegesedéseket. Az ér-ideg ellátás és a collagén újraalakulása, valamint a korai funkció is fontos faktorok.

Bizonyos esetekben igen nehéz elérni az ideális gyógyulási feltételeket a klinikai gyakorlatban. További vizsgálatok szükségesek a biológiai gyógyulási folyamat jobb megértésének érdekében, valamint ennek adaptálására a klinikai gyakorlatban. Ezek együttesen azonban jelentősen javíthatják az ínhelyreállítások késői eredményeit.

Következtetések

1. Az ínhüvely parietális és viscerális rétege rendezett synoviális sejtekből alakul ki. 6 hetes korban a pseudoínhüvelynek a felépítése hasonló a normál ínhüvelyéhez.
2. Az „A” és „B” típusú synoviális sejtek morfológiája és valószínűleg a funkciója hasonló a normál és az újraképződött ínhüvelyben.
3. Ideális feltételek esetén az íntranszplantátum táplálása nagyon fontos az epithenon sejtek profiliferációja és a helyreállítási folyamat számára. Megfigyeléseink szerint az íntranszplantátum fokozatos újrászerveződésen megy át.

5. A két fázisú ínhelyreállítás problémái. Klinikai tapasztalatok.

A hajlító ínak sérülése meglehetősen gyakori. A kezdeti kezelés alapvető fontosságú, mely a beteg gyógyulásának kimenetelét meghatározza. Ezért meglehetősen szomorú, hogy gyakran lehetetlen primér, vagy halasztott primér ellátást végezni különböző okok miatt, mind a társsérülések súlyossága, fertőzésveszély, vagy más okok.

Az irodalomban az alábbi módszerek szerepelnek az ínkörüli összenövések meggátlására.

1. Mesterséges ínak használata

2. Különböző blokkolók használata, melyek a hegképződést meggátolják
3. Gyógyszeres kezelés a hegképződés csökkentésére
4. Pseudoínhüvely kialakítása mely megfelelő csúszófelszínt biztosít az átültetett ínnek.

Anyag és módszer

1980 január 1 és 1990 december 31 között 93 beteget kezeltünk a POTE Traumatológiai Klinikáján illetve a Markusovszky Megyei Kórház Traumatológiai Osztályán. 44 férfit és 49 nőt kezeltünk.

A felülvizsgálatot 1992 márciusában végeztük, melyen 53 beteg jelent meg. Volt több beteg, melynél több ujj érintettsége állt fenn.

A két fázisú helyreállítás indikációi az alábbiak voltak. Roncsoló sérülés, korábbi sikertelen beavatkozás, az ínüvely kiterjedt hegesedése és megelőző fertőzés.

Sebészi technika

A legtöbb esetben a feltárást cikk-cakk metszésből végeztük, bár újabban biomechanikai megfontolások miatt a középső lateralis behatolást preferáljuk. Az ínüvely ép részét gondosan megőrizzük. A hegszövetet eltávolítjuk gondosan kímélve az A2 és A4-es gyűrűszalagokat. Kiterjedt hegesedés esetén a gyűrűszalagokat pótoljuk.

Egyszerű 4-5 mm átmérőjű szilikon rudat használunk az első fázis során, mivel nem áll rendelkezésünkre az acronnal megerősített szilikon rúd. Ez a rúd biztonságosan rögzített az FDP distalis csonkjához. A rúd proximális végét a proximális íncsonk alá helyezük, de nem rögzítjük. Csak az ujj hegesedése esetén rövid, míg kiterjedt hegesedés esetén hosszú a carpalis régióig érő szilikon rudat alkalmazunk.

Eredmények

A felülvizsgálat során a Buck-Gramcko sémát alkalmaztuk az értékelésben. 8 esetben kiváló, 20 esetben jó, 14 esetben elfogadható, 15 esetben rossz eredményt tudtunk elérni. Eredményeink az irodalomban olvashatónál kissé rosszabbak, köszönhetően az átlagosnál több rossz eredménynek. Ennek magyarázata abban található, hogy a preoperatív osztályozás szerint rossz csoportba sorolható betegek száma az össz betegszám közel fele és ez lényegesen magasabb az irodalomban olvashatónál.

Következtetés

Eredményeink alapján a kétfázisú ín helyreállítás egy kecsegtető, jó, de nem az egyetlen lehetséges módszer a rossz prognózisú hajlítóín sérülések helyreállításánál. Az állatkísérletek során elért ideális feltételek melletti eredmények jelenleg még nem reprodukálhatók. A klinikumban különböző biológiai és klinikai tényezők miatt ennek megfelelően a képzett kézsebész az, aki meghatározhatja a preoperatív értékelés során melyik a legmegfelelőbb sebészi eljárás.

6. Új eredmények

Hajlítóínsérülések kísérletes és klinikai vizsgálata eredményei az alábbiakban foglalhatók össze.

1. *Kísérletes modell vizsgálata:*

1. Az az új tény, hogy a tyúk harmadik (hosszú) ujj megosztott ín-ínhüvely egységgel bír. A kísérletek tervezése során figyelembe kell venni azt a ténytet, hogy az FDP egy külön ínhüvelyben fut, a vinculum longum tapadásától.
2. A tyúk harmadik hosszú ujj gyűrűszalag rendszerének pontos leírása és új nomenklatúra bevezetése.
3. Tyúk harmadik hosszú ujj vincula rendszerének leírása annak az igazolása, hogy az FDSD külön vinculával rendelkezik.

4. A tyúk harmadik hosszú ujj keringésének leírása a digitoplantaris ív jelenlétének igazolása.
 5. Annak kimutatása, hogy a fény és elektronmikroszkópos szerkezete harmadik hosszú ujj ín-ínhüvely egységének igen hasonló az emberi kézéhez.
- 2. *A normál tenosynovium és a pseudoínhüvely ultrastruktúrájának összehasonlítása***
1. Mind a tyúkban, mind kísérleti modellben, mind az emberi tenosynoviumban kimutattuk az A (fagocita kapacitású) B (secretoros kapacitású) synoviális sejteket.
 2. Kísérletesen igazoltuk, hogy az ín transzplantátum intrinsic mechanizmussal épül be.
 3. Kihangsúlyoztuk a synovia szerepét és fontosságát az ín gyógyulásában.
- 3. *Két fázisú helyreállítással elért klinikai tapasztalatok***
1. A kísérleti adatok alapján ideális feltételek biztosítására való törekvés a klinikai gyakorlatban.
 2. Legmegfelelőbb beavatkozás kiválasztása preoperatív értékelés alapján
 3. Az eredmények értékelése a preoperatív prognózissal összehasonlítva történt.

Köszönetnyilvánítás

Teljes szívemből szeretném megköszönni a segítségét és támogatását az alábbi személyeknek, akik az értekezés elkészültében komoly szerepet játszottak.

Elsősorban tanítómestereimnek szeretnék köszönetet mondani, ahogy következnek:

Forgon Mihály Professzor, aki elindított a traumatológia, és Kézsebészet rögzítő útjain,

Bíró Vilmos Professzor, aki bevezetett az ínsebészet, és a kísérletes munka szépségeibe,

Prof. Berish Strauch, aki tökéletes háttérrel biztosított a kutatásaimhoz,

Nyárády József Professzor, aki nagy elkötelezettséggel támogatta munkám befejezését, és szilárdan visszafordított a megfelelő irányba, a sokszor nehéz, fársztó klinikai rutin mellett is.

Külön köszönöm program vezetőim segítségét, Prof Bellyei Árpádét, majd Prof. Róth Erzsébetét, akinek segítsége munkám befejezésében alapvető volt.

Igen hálás vagyok Prof. Salamon Antalnak, aki komoly befolyást gyakorolt a tudományos hozzáállásomon, nem múló befolyást hagyva.

Külön köszönet illeti Józsa és Trombitás doktorokat a kísérletes munkában nyújtott segítségért.

Teljes mértékben lekötelezett vagyok barátaimnak, Michael Ferdernek, Naumov Istvánnak, Farkas Gábornak támogatásukért, és barátságukért.

A kísérletes munkában, a dokumentációban, és a dolgozat összeállításában igen sok segítséget kaptam Budán Marikától, Fürtösné Varró Gabriellától, Várady Csillától és Molnár Ilonától akiknek ezúttal is köszönöm segítségüket.

Nővérem és sógorom segítségét ki kell emelnem, mert komoly nyomást gyakoroltak rám munkám befejezését illetően, nem beszélva az általuk biztosított tudományos háttérről,

És végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni feleségemnek Évának, gyermekeimnek Lászlónak és Juditnak azt a biztos hátteret, mely egy ilyen munka elvégzéséhez nélkülözhetetlen.

Author's publications:

- 1., Biró V, Mammel E, Zadavec Gy, **Vámhidy L:**
A kéz feszítőín-sérüléseinek kezelése
Magy Traumatol Orthop Helyreallito Seb. 1981;24(3):203-12.
- 2., Biró V, **Vámhidy L:**
Az ínkörüli csúszófelszín-helyreállítás újabb lehetőségeinek kísérletes vizsgálata. I. Kísérletes modell tanulmányozása.
Magy Traumatol Orthop Helyreallító Seb. 1982;25(4):287-90.
- 3., Biró V, **Vámhidy L:**
Az ínkörüli csúszófelszín-helyreállítás újabb lehetőségeinek kísérletes vizsgálata. II. Ínhüvelyképzés autológ vénafolttal.
Magy Traumatol Orthop Helyreallito Seb. 1984;27(2):113-22.
- 4., Biró V, **Vámhidy L:**
Experimentelle Sehnenscheidenwiederherstellung mit Hilfe autologer Venentransplantate.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 1985 Jan;17(1):14-7.
- 5., Biró V, **Vámhidy L,** Horváth A.:
Az ínkörüli csúszófelszín-helyreállítás újabb lehetőségeinek kísérletes vizsgálata. III. Autológ ín-ínhüvely egység szabad átültetése.
Magy Traumatol Orthop Helyreallító Seb. 1985;28(1):56-64.
- 6., **Vámhidy L,** Biró V, Bálint B.J, Józsa L.:
Az ínkörüli csúszófelszín-helyreállítás újabb lehetőségeinek kísérletes vizsgálata. IV. Homológ, béta-propolactonban konzervált ín-ínhüvely egység szabad átültetése.
Magy Traumatol Orthop Helyreallító Seb. 1985;28(2):120-6.
- 7., Biró V, **Vámhidy L,** Horváth A, Bálint BJ, Józsa L.:
Die experimentelle Rekonstruktion von Beugesehnen-verletzungen mit einer frei transplantierten Sehnen-Sehnenscheideneinheit. Handchir Mikrochir Plast Chir. 1985 Nov;17 Suppl:8-12.
- 8., Biró V., **Vámhidy L,** Horváth A.:
Hajlítóín sérülés kísérletes helyreállítása kétszakaszos ín-ínhüvely rekonstrukcióval.
Kisérl. Orvostud., 37: 570-575 (1985).
- 9., Biró V, **Vámhidy L.:**
Rossz prognózisú hajlítóín sérülések helyreállítása autológ ín-ínhüvely egység átültetésével a kéz „senki földjén”.
Magy Traumatol Orthop Helyreallító Seb. 1986;29(4):267-72.
- 10., Biró V, **Vámhidy L:**
Eine neue Methode zur Rekonstruktion verletzter Beugesehnen der Hand: Sehnen- und Sehnen-scheiden-Rekonstruktion in zwei Sitzungen.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 1986 Nov;18(6):339-42.
- 11., Biró V, **Vámhidy L:**
Die Beugesehnenrekonstruktion nach prognostisch ungünstigen Verletzungen im „Niemandland“ der Hand mittels Transplantation einer Sehnen-Sehnenscheideneinheit.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 1986 Nov;18(6):343-6.
- 12., Biró V, **Vámhidy L:**

Újabb műtéti eljárás a hajlítóin sérülések helyreállítására a kézen: ín- és ínhüvelyrekonstrukció kétszakaszos műtéttel.

Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1987;30(2):111-6.

13., Biró V, **Vámhidy L**, Horváth A:

Experimentelle Sehnen und Sehnenscheidenrekonstruktion von Beugesehnenverletzungen in zwei Sitzungen.

Z Exp Chir Transplant Kunstliche Organe. 1987;20(3):163-70.

14., **Vámhidy L**, Szaffiánné Bodrogi I, Móricz O, Kubatov M.:

Hajlítóin sérülések ellátásának egyes gazdasági vonatkozásai.

Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1987;30(4):297-300.

15., Biró V., **Vámhidy L**, Mester S.:

Hajlítóin sérülések primér helyreállítása a POTE I.sz. Sebészeti Klinika Traumatológiai Osztályán 1976.01.01.-tól 1985.12.31.-ig.

A Magyar Traumatológus Társaság Kézsebészeti Szekciója és a Győr-Sopron megyei Tanács Kórház-Rendelőintézet Egyesített Balesetsebészet kiadványa. 52-56. Oldal, Győr, (1987)

16., Salamon A, Biró V, **Vámhidy L**:

A hajlítóin sérülések kétszakaszos helyreállításának kérdései. 1. Az eddigi vizsgálatok eredményei. A gyógyuást befolyásoló biológiai és funkcionális tényezők.

Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1989;32(3):163-70.

17., Biró V, Salamon A, **Vámhidy L**, Móricz O, Trombitás K, Józsa L.:

A hajlítóin sérülések kétszakaszos helyreállításának kérdései. II. Fény- és scanning elektronmikroszkópo vizsgálatok normál tyúk- és emberi ujj hajlító-ínhüvelyeken.

Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1989;32(3):171-6.

18., **Vámhidy L**, Strauch B, Biró V.:

Konzervált ín felhasználásának lehetőségei a kézsebészetben. Irodalmi áttekintés.

Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1989;32(3):228-32.

19., Salamon A, Biró V, **Vámhidy L**:

Biologische und funktionelle Faktoren bei der Zweizeitigen Beugesehnenrekonstruktion.

Handchir Mikrochir Plast Chir. 1989 Sep;21(5):262-7.

20., **Vámhidy L**, Strauch B, Biró V.:

Preserved tendon grafts in reconstructive hand surgery: a review

Acta Chir Hung. 1990;31(3):209-15.

21., Móricz O., Biró V., **Vámhidy L**..:

További adatok a tyúk - mint kísérletes állat - ín-ínhüvely egységének vizsgálatáról.

A Szegedi Szentgyörgyi Albert Orvostudományi Egyetem Traumatológiai Önálló Osztályának Kiadványa. Szeged, 33-34., 1991.

22., **Vámhidy L**, Biró V, Korcsmár J.:

A hajlítóin sérülések kétszakaszos helyreállításának kérdései IV. Klinikai tapasztalatok.

Magy Traumatol Orthop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(5):443-7.

23., Salamon A, Biró V, **Vámhidy L**, Trombitás K, Józsa L:

A hajlítóin sérülések kétszakaszos helyreállításának kérdései. III. A tenosynovium ultrastruktúrája a szilikonrúddal kialakított pseudoínhüvelyben.

Magy Traumatol Orthop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(5):469-75.

24., **Vámhidy L.**, Bíró V., Nyárády J.:
Reconstruction of the severely damaged flexor tendon using tendon-tendon sheath composite graft with microsurgical anastomosis.
1.st. Congres of E.F.S.S.H. Brussels, Book of Abstracts.: 2, 1993.

25., **Vámhidy L.**, Bíró V., Salamon A., Móricz O.:
Experimental investigations of the gliding surfaces after tendon sheath reconstruction.
1.st. Congres of E.F.S.S.H. Brussels, Book of Abstracts.: 2, 1993.

26. **Vámhidy L.**, Ferder M, Biro V, Salamon A, Strauch B.:
Anatomy of the chicken foot for the experimental investigation in flexor tendon surgery.
Acta Chir Hung. 1995-96;35(1-2):21-33.

Author's other publications

27., Bíró V, **Vámhidy L.**:
A nervus radialis supinator alagút szindrómája.
Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1985;28(3):250-3.

28., Forgón M., **Vámhidy L.**, Kellényi L.:
Bone growth accelerated by stimulation of the epiphyseal plate with electric current.
Arch. Orthop. Trauma. Surg., 104: 121-124 (1985) **IF:0.508**

29., Kubatov M., **Vámhidy L.**:
A komplex kézfunkció megítélése.
Biztosítási Szemle 32: 31-38, 1987.

30., Nyárády J, Kubatov M, **Vámhidy L.**:
Végtagreplantációink eredményei.
Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1989;32(3):211-9.

31., Forgón M, **Vámhidy L.**, Magdics M.:
Girdlestone szerinti combfej-resectios arthroplastica a csípőprothesisek infekt szövődményeinek gyógyításában.
Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1990;33(1):1-7.

32., Móricz O, Bíró V, **Vámhidy L.**:
Eredményeink a Bennett-törések műtéti kezelése után.
Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1990;33(4):273-5

33., Péley I, **Vámhidy L.**, Bíró V, Schmidt B.:
A mini külső rögzítő szerepe a kéz fertőzött töréseinek kezelésében.
Magy Traumatol Orthop Helyreállító Seb. 1990;33(4):277-81.

34., Bíró V., Kovácsy Á., **Vámhidy L.**, Móricz O.:
Az időszült hátsó vállficam kezeléséről.
Magyar Traumatológus Társaság Vándorgyűlése, Miskolc, 1990. Kongresszusi Kiadvány, Szerk: Dr. Bárány I., Dr Kazacsay F., Miskolc, 1991.

35., Kovácsy Á., **Vámhidy L.**:
Amit a perifériás idegsérülésekről manapság tudni kell - az idegsérülések sorsát befolyásoló tényezők.
Orvosképzés 66: 475-486, 1991.

36., **Vámhidy L.**, Bíró V., Móricz O.: Súlyos kézsérülések sürgősségi ellátásának problémái.
V. Nemzetközi Traumatológus Kongresszus Szupplementuma, Debrecen
Magy Traumatol Ortop Kézseb Plasztikai Seb. 35:233, 1992.

- 37., Bíró V., **Vámhidy L.**, Schmidt L.:
Unsere Behandlungsergebnisse bei Pilon-Tibiale-Frakturen.
Jahrestagung des Gerhard Küntscher Kreises in Budapest 1991. Aesculart Verlag Budapest 448-449, 1992
- 38., Szekeres P, Kubatov M, Nyárády J, **Vámhidy L.:**
Traumás bőrdefektusok fedése distalisan nyelezett artéria radialis lebennyel.
Magy Traumatol Ortop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(1):31-5.
- 39., Bíró V, **Vámhidy L.:**
A gyermekkori nem friss Monteggia-sérülés műtéti kezelése.
Magy Traumatol Ortop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(1):95-8
- 40., Kovácsy Á, **Vámhidy L.:**
Kísérletes idegtranszplantátumok degenerációjának és regenerációjának kísérletes vizsgálata.
Magy Traumatol Ortop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(5):427-35.
- 41., Bíró V, **Vámhidy L.**, Kovácsy Á.:
Mogigraphia syndroma – a nervus medianus ritka alagút tünetegyüttese.
Magy Traumatol Ortop Kézseb Plasztikai Seb. 1993;36(5):409-13.
- 42., Móricz O., Bíró V., **Vámhidy L.**, Tornóczky T., Keely R.D.:
Experimental study of new facilities in repairing nerve defects.
International Confederation for Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 7th Congress
Abstract Book: 45, 1993.
- 43., Móricz O., Bíró V., Pfund Z., Tornóczky T., **Vámhidy L.:**
Perifériás idegdefektusok kísérletes helyreállítása autológ ideg- és véna interpozítummal.
Magyar Traumat. Ortop, 38.: 195-200, 1995.
- 44., Móricz O., **Vámhidy L.**, Bíró V., Pfund Z.:
Experimental reconstruction of 20 mm nerve defects using autologous vein, nerve and PGA tube.
J. Hand Surg 21B: 5, 1996. **IF:0.258**
- 45., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Naumov I.:
Resection of the third ray after traumatic amputation of the middle finger.
7th Congress of IFSSH Abstract Book, 1998
- 46., **Vámhidy L.**, Naumov I., Kovácsy Á.:
Treatment of radial pylon fractures in two stages.
7th Congress of IFSSH Abstract Book, 1998
- 47., Móricz O., **Vámhidy L.**, Pfund Z.:
Experimental investigation of motoric reinnervation in tube spaces.
7th Congress of IFSSH Abstract Book, 1998
- 48., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.:**
Extensor indicis proprius opponens plasty using keyhole tenodesis.
7th Congress of IFSSH Abstract Book, 1998
- 49., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Wiegand N.: Tomportáji törések szövődményeinek
rekonstrukciós lehetőségei
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet 1998. 42/1.S. 110-114.

- 50., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Wiegand N.: Tomportáji törések műtéti szövődményeinek ellátása
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet 1998. 42/2.S. 320-323.
- 51., Farkas G., Nyárády J., **Vámhidy L.**: Csípőficamhoz társuló combfej törés műtéti kezelése többszörös sérülést szenvedett betegeknél. Magy.Traumat.Orthop.XLII. Suppl.1999.58-61.
- 52., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Naumov I., Mintál T.:
IB-II. felszínpótló térdprotézissel szerzett tapasztalataink az első 50 eset kapcsán.
Magyar Traumat Ortop. Suppl. 62:115-117, 1999.
- 53., Mintál T., **Vámhidy L.**, Kovácsy Á.:
Módszerváltás a radius distalis vég nagy energiájú töréseinek kezelésében.
Magyar Traumat Ortop. Suppl. 62:120-123, 1999 .
- 54., Fehér M., **Vámhidy L.**, Tóth F.:
Sérülések utáni metacarpus hiányok helyreállítása autológ csontblockkal.
Magyar Traumat Ortop. Suppl. 62:98-101, 1999.
- 55., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Wiegand N.:
Tomportáji törések szövődményeinek rekonstrukciós lehetőségei.
Magyar Traumat Ortop. Suppl. 62:110-114, 1999.
- 56., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Wiegand N.:
Tomportáji törések műtéti szövődményeinek ellátása.
Magyar Traumat Ortop. 62:320-323, 1999.
- 57., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Naumov I.:
Treatment of lateral epicondylitis of the elbow with denervation.
J. Hand Surg. 25B: 58-59, Suppl.1. 2000. **IF:0.38**
- 58., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Naumov I.: Treatment of the distal radius fracture with inlay plasty
J.Hand Surg. 25B: 24-25., Suppl. 1. 2000. **IF:0.38**
- 59., Wiegand N., Naumov I., **Vámhidy L.**, Nyárády J.: Pitfalls in he treatment of peritrochanteric fractures / possibilities for reconstruction/.
J.Bone Joint Surg. /Br/ 2001.83SII. 168-169. **IF:1.467**
- 60., Naumov I., Nyárády J., Wiegand N., **Vámhidy L.**, Bukovecz T.: The peritrochanteric fractures – Quo vadis?
J.Bone Joint Surg. /Br/ 2001. 83SII. 192. **IF:1.467**
- 61., Wiegand N., Nyárády J., Farkas G., **Vámhidy L.**, Naumov I.: A csípőprotézis szár körüli törések ellátásában szerzett tapasztalataink.
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet 2002 45/S1.74-75.
- 62., Naumov I., **Vámhidy L.**, Wiegand N., Nyárády J.: Acetabulum törések: ellátás és eredmények
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet 2002 45/SI.47-48.
- 63., Naumov I., Nyárády J., Farkas G., **Vámhidy L.**, Bukovecz T., Wiegand N.: Az Enoxaparin és a Na heparin terápia hatékonyságának összehasonlítása medence és trochantertáji töréseknél.
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet XLV. 2002. 3, 207-215.
- 64., Naumov I., Nyárády J., **Vámhidy L.**, Kovácsy Á., Wiegand N.: Disztalis radiusvég törések kezelése Herbert csavarozással.
Magyar Traumatológia Ortopédia Kézsebészet Plasztikai Sebészet XLVI. 2003. 4, 316-321.

- 65., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Farkas G.: Telemedicine Center and the Plans for the Future.
European Journal of Medical Research 2:89, 2002 **IF:1.1**
- 66., Naumov I., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Wiegand N.: Treatment of the distal radius fractures with Herbert screw.
The Journal of Hand Surgery Br. Vol. 27B 2002 6-7. **IF:0.621**
- 67., **Vámhidy L.**, Naumov I., Nyárády J.
Late results after Fernandez osteotomy for the treatment of malunited distal radius fractures
J. Hand Surg. 28B:3, 2003. **IF:0.562**
- 68., **Vámhidy L.**, Nyárády J.
Kézkeskenyítés a középső sugarak eltávolításával.
Közlésre beküldve.Magyar Traumat. Orthop.
- 69.,**Vámhidy L.**, Naumov I., Nyárády J., Farkas G.,
Treatment of the comminuted AO:C3.3) distal radius fractures with external fixator and
immediate joint surface reconstruction.
SICOT/SIROT 2003. Book of abstracts
- 70., **Vámhidy L.**, Nyárády J., Farkas G.,Naumov I.,
Use of the SAMO revision prosthesis in the treatment of hip revision surgery with femur fracture
SICOT/SIROT 2003. Book of abstracts

Cumulated IF: 6.743

8.3 Book chapter:

Salamon A., Bíró V., **Vámhidy L.**, Trombitás K., Józsa L.:
Histology and ultrastructure of the normal tenosynovium and pseudosheath in chickens and humans.
In: Tendon and nerve surgery in the hand. A third decade.
Edited: Hunter J.M., Schneider L.H., Mackin E.J.
C.V. Mosby, 1997: 489-497.

Presentations about the topic:

Vámhidy L., Bíró V., Nyárády J., Kubatov M: Inreconstuctio mikroéranasztomozissal átültetett ín-ínhüvelyegységgel. Előadás a Szentesi Kórház Tudományos Bizottsága és Traumatológiai Osztálya által rendezett tudományos Ülésen. Szentes, 1985. október 11.

Vámhidy L., Bíró V., Móricz O.: Súlyos kézsérülések sürgősségi ellátásának problémái. V.
Nemzetközi Traumatológus Kongresszus, Debrecen, 1991. augusztus 29-31.

Vámhidy L., Bíró V., Salamon A., Móricz O.: Morfológiai összehasonlító vizsgálatok az emberi kéz és a tyúk hajlító ín-hüvely egysége között. (Következtetések a gyakorlat számára). Előadás: A XIV. Kísérletes Sebészkongresszuson, Kaposvár 1993. május 13-15.

Vámhidy L., Bíró V., Salamon A., Móricz O.: Morphologie investigations of the tendon-tendon sheath unit of the human hand and chicken foot. Conclusions for the practice. Előadás: 9. Grenzlandtagung, 12. Steirisch-Slowenische Unfalltagung. 5-6. November 1993. Pécs.

Vámhidy L., Bíró V., Salamon A., Korcsmár J.: Flexor tendon reconstruction. Clinical results. Előadás: 9. Grenzlandtagung, 12. Steirisch-Slowenische Unfalltagung. 5-6. November 1993. Pécs.

Bíró, V., **Vámhidy, L.,** Salamon A.: Clinical experiences with the two-stage flexor tendon reconstruction. Előadás: 6th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH), July 3-7, 1995. Helsinki, Finland.

Salamon, A., Bíró, V., **Vámhidy, L.:** Fibroblast activity and collagen formation during flexor tendon healing. Előadás: 6th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH), July 3-7, 1995. Helsinki, Finland.

Vámhidy, L., Salamon, A., Bíró, V.: Histology and ultrastructure of the normal tenosynovium and pseudosheath in chickens and humans. Poster: 6th Congress of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand (IFSSH), July 3-7, 1995. Helsinki, Finland.

Vámhidy L., Salamon A., Bíró V., Gelencsér G. : Normál ínhüvely és szilikonrúddal képzett pseudoínhüvely összehasonlító fénymikroszkópös és elektronmikroszkópos vizsgálata tyúkon. Előadás: a XV. Kísérletes Sebész Kongresszus Pécs, 1995. augusztus 31-szeptember 1-2.

Móricz, O., **Vámhidy, L.,** Bíró, V., Pfund, Z. (Pécs, Hungary): Experimental reconstruction of 20 mm nerve defects using autologous vein, nerve and PGA tube. Comparative studies of the regeneration using quantitative methods. Előadás: IIIrd European Congress of Hand Surgery and Hand Therapy, Paris, 10-12 April, 1996.

Other presentations: 117