СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артамонов Б. А.* Размерная электрическая обработка металлов / Б. А. Артамонов, А. Л. Вишницкий, Ю. С. Волков, А. В. Глазков. – М.: Высш. школа, 1978.– 336 с.

2. *Иоффе В. Ф.* Автоматизированные электроэрозионные станки / В. Ф. Иоффе, М. В. Коренблюм, В. А. Шавырин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1984. – 227 с.

3. Особенности управления процессом электроэрозионной обработки / Полетаев В. А., Сорокин А. В. // Вестн. СГУПСа. – Новосибирск, 2005. – Вып. 11. – С. 56-62.

4. *Altpeter F., Cors J., Kocher M., Longchamp R.* EDM modeling for control // 12th International Symposium For Electromachining, 1998. – P. 149-155.

5. *Сыркин И. С.* О выборе регулятора в системе управления электроэрозионным станком. Научные труды магистрантов и соискателей. – Кемерово: КузГТУ, 2005. – С. 69-74.

Авторы статьи:

Полетаев
Вадим Алексеевич
- докт.техн.наук, проф. , зав. каф.. информационных и автоматизированных производственных систем

Сыркин
Илья Сергеевич
- аспирант каф.. информационных и автоматизированных производственных систем

УДК 616-001.3-02:611.853

В.Н. Дроботов, А.Н.Коротков

ПОВРЕЖДАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИ ТРАВМИРОВАНИИ КОСТНЫХ ТКАНЕЙ ДИСКОВЫМИ ФРЕЗАМИ

Особое место среди травм дистальных сегментов конечностей занимают тяжелые открытые сочетанные повреждения, которые, как правило, являются следствием нарушения техники безопасности при попадании кисти под циркулярную пилу, дисковую фрезу, спиральное сверло и другие движущиеся части станков. Такие повреждения характеризуются комплексными нарушениями анатомических образований и поэтому отличаются большой тяжестью.

Травму, полученную в результате воздействия на кисть вращающихся частей станков, характеризует наличие множественных рвано-лоскутных ран, сопровождающихся скальпированием, скелетированием фаланг и пястных костей. При этом сосудисто-нервные пучки и сухожилия, попадая в механизм станка, наматываются на него, вытягиваются и оказываются поврежденными на значительном протяжении от краев кожной раны. В этих случаях сухожилия могут отрываться от места прикрепления к мышце, а мощная тракция сосудисто-нервных пучков приводит к их разрыву и возникновению деструктивных изменений, значительно проксимальнее видимого уровня повреждения.[4,5]

При травме циркулярной пилой или дисковой фрезой возникают линейные раны различной глубины. Ширина раны, следовательно, и распространенность повреждения всех тканей, зависит от размера, величины развода зубьев фрезы и степени их износа. [1,3]. Кроме действия механического фактора дисковой фрезы на биологические ткани оказывают влияние и повышенная температура в месте контакта фрезы с тканями. Анализ литературы показывает, что сведения, посвященные изучению температурного повреждающего фактора на биологические ткани, практически отсутствуют.

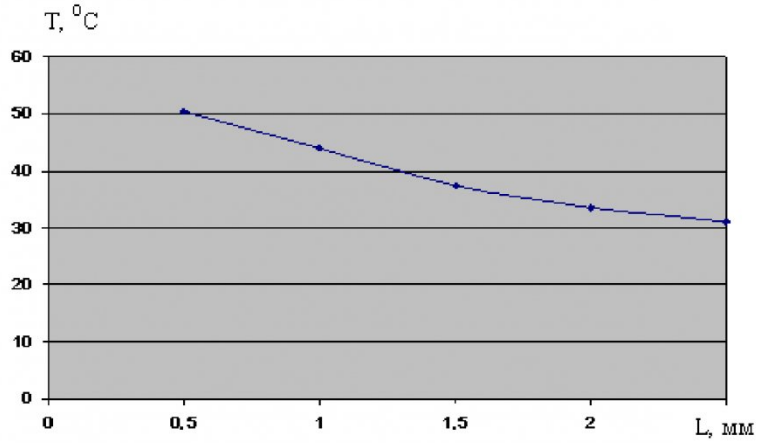

Рис.1. Динамика изменений температуры (Т) в диафизарной части пястной кости при травмировании дисковой фрезой в зависимости от расстояния от зоны травмы (L)

В этой связи представляется полезным изучить влияние температурного фактора при разрезании кости дисковыми фрезами и другими подобными инструментами.

Для этого на кафедре ортопедии и военно-полевой хирургии КГМА совместно с кафедрой металлорежущих станков и инструментов КузГТУ был сконструирован испытательный стенд на базе универсального бытового деревообрабатывающего станка УБДС – 1.

Для измерения температуры нагревания травмируемых тканей использовали термопары М – 838 («MASTECH», Южная Корея), располагаемые в тканях на различном расстоянии от места разрезания дисковой фрезой.

На данный станок было установлено устройство продольных перемещений с приспособлением для закрепления испытываемого образца. Устройство продольных перемещений представляло из себя механизм «винт – гайка». Гайка закреплялась на салазках устройства, а соединение электродвигателя с устройством продольных перемещений осуществлялось через кинематическую цепь: гайка – обгонная муфта – электродвигатель. Обгонная муфта предназначалась для отключения электродвигателя от устройства продольных перемещений при достижении им конечной точки. Крутящий момент передавался от электродвигателя на вал посредством клиноременной передачи. Частота вращения вала с фрезой составляла 3500 об/мин, а мощность электродвигателя была равна N=0,58 кВт.

В качестве инструмента использовалась фреза дисковая деревообрабатывающая с посадочным и наружным

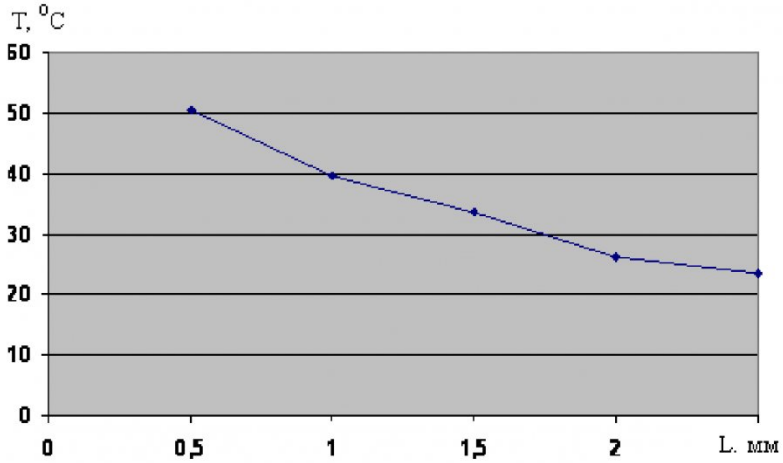

Рис.2. Динамика изменения температуры в метафизарной части пястной кости при травмировании дисковой фрезой в зависимости от места травмы

диаметрами соответственно d = 32мм., D = 180 мм. Зубья фрезы представляли собой напаянные твердосплавные пластинки с заточкой по заднему углу.

С помощью данной фрезы осуществлялось дозируемое разрезание пястных костей.

В результате исследований установлено, что при соприкосновении вращающейся фрезы с костной тканью возникают, как и предполагалось, два повреждающих фактора - температурный и механический.

В табл.1 и на рис.1, представлены результаты измерения температуры в диафизарной части II и III пястных костей кисти человека. Видно, что температура от исходной 23ºС повышается до 31ºС на рас-

Таблица 1. Температура в диафизарной части пястных костей на различном удалении от зоны повреждения дисковой фрезой

№	ткань	расстояние до термопары L(мм)	диаметр кости, мм	Тисх., ^{0}C	Ткон., ^{0}C	Разница колебаний температур	время экспозиции (сек)
1	диафиз	0,5	10,0±1,0	23,5±1,5	50,5±4,5	27,0±4,0	0,5
2	диафиз	1,0	9,6±1,4	23,5±1,5	44,0±4,0*	20,0±3,0	0,5
3	диафиз	1,5	10,5±1,5	23,5±1,5	37,5±3,5*	13,0±4,0	0,5
4	диафиз	2,0	10,2±0,8	23,0±1,0	33,5±3,5*	10,5±4,5	0,5
5	диафиз	2,5	10,5±1,5	23,5±1,5	31,0±1,0*	7,5±1,5	0,5

p< 0,05 достоверность по критерию U – Вилкоксона – Манна – Уитни

Таблица 2. Изменение температуры в метафизарной части пястных костей на различном удалении от зоны повреждения дисковой фрезой

№	ткань	расстояние до термопары L(мм)	диаметр кости, мм	Тисх., ^{0}C	Ткон., ^{0}C	разница колебаний температур	время экспозиции (сек)
1	метафиз	0,5	14,8±2,3	23,5±1,5	50,5±3,5	27,0±5,0	0,5
2	метафиз	1,0	10,5±2,5	24,0±2,0	39,5±1,5*	16,0±2,0	0,5
3	метафиз	1,5	9,5±2,5	23,5±1,5	33,5±4,5*	6,0±2,0	0,5
4	метафиз	2,0	13,2±1,2	24,5±1,5	26,0±1,0*	1,0±1,0	0,5
5	метафиз	2,5	12,7±1,7	23±1,0	23,5±0,5*	1,0±1,0	0,5

* p< 0,05 достоверность по критерию U – Вилкоксона – Манна – Уитни

стоянии 2,5 мм и до 50,5ºС на расстоянии 0,5 мм. Уровень повышения температуры, закономерно убывает по мере удаления от зоны повреждения.

В табл.2 и на рис.2 представлены данные изменения температуры в метафизарной части II и III пястных костей кисти человека. Здесь температура от исходной 23ºС повышается до 23,5ºС на расстоянии 2,5мм и от 24,5ºС до 50,5ºС на расстоянии 0,5 мм. Уровень повышения температуры во время травмы дисковой фрезой пропорционально убывает при увеличении расстояния от места разрезания.

Таким образом, имея в виду, что согласно данным [2], температура 45ºС или несколько выше, не вызывая коагуляционный некроз ткани, создает условия гибельно действующие на кровь и кровеносные сосуды, то можно прийти к выводу, что это формирует основу для развития вторичного некроза.

В соответствии с полученными данными, такой вторичный остеонекроз имеет место в диафизарной и метафизарной частях кости, которые нагревается до температуры 50,5ºС (± 4,5º) в диафизарной части и 50,5ºС (±3,5º) в метафизарной части кости на расстоянии 0,5мм по обе стороны от движущейся фрезы. Повышение температуры в зоне повреждения можно объяснить сильным трением зубьев фрезы о ткани.

Рану конечности, нанесенную дисковой фрезой, можно отнести к комбинированному повреждению термическим компонентом и механическим фактором с малой кинетической энергией. В целом оба эти фактора создают условия для некроза кости и мягких тканей, а заживление такой раны без ПХО может протекать по типу вторичного натяжения через нагноение.

Полученные данные о температурном повреждающем механизме дисковой фрезы при разрезании кости позволяют более обоснованно принимать решения относительно травмированных тканей во время лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Азолов, В.В.* Основные принципы и тактика оказания помощи больным с тяжелой травмой кисти / В.В. Азолов, И.К. Карева, Н.Л. Короткова // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. - 1990. - N8. - С. 6 - 8.

2. *Арьев, Т.Я.* Термические поражения / Т.Я. Арьев. - М. Медицина, 1966. - С.17.

3. *Белоусов, А.Е.* Микрохирургия в травматологии / А.Е. Белоусов, С.С. Ткаченко. - М. Медицина, 1988.- С. 65.

4. Анализ травм кисти вращающимися механизмами / В.Н. Дроботов, С.Ю. Бернс, Т.Н. Поткина и др. // Проблемы медицины и биологии: Сб. науч. работ. - Кемерово, 2001. - С. 57.

5. Инфекционные осложнения у больных с открытыми повреждениями кисти вращающимися механизмами /В.Н. Дроботов, С.Ю. Бернс, Т.Н. Поткина и др. // Проблемы медицины и биологии: Сб. науч. работ. - Кемерово, 2001.-С.59.

Авторы статьи:

Дроботов
Валерий Николаевич
-канд. мед наук, доц. каф. травмотологии, ортопедии, военно-полевой хирургии КГМА

Коротков
Александр Николаевич
- докт. техн. наук, проф., зав. каф. металлорежущих станков и инструментов